

RIVISTA DI ASTRONOMIA E SCIENZE AFFINI

Bollettino mensile della Società Astronomica Italiana

EDITO DALLA STESSA

Sede Principale: **TORINO**, Via Maria Vittoria, num. 23
presso la Società Fotografica Subalpina

Abbonamento per l'Italia e l'Estero L. 12 all'anno
Un fascicolo separato L. 1.

Deponito per l'Italia: Ditta G. B. PARAVIA E COMP. (Figli di I. Vigliardi-Paravia)
Torino-Roma-Milano-Firenze-Napoli.

Sommario: Sugli accenni Danteschi ai segni, alle costellazioni ed al moto del cielo stellato da occidente in oriente di un grado in cento anni (Nota III^a di F. ANGELITTI). — Notiziario: Astronomia, Geodinamica, Meteorologia, Notizie varie. Fenomeni astronomici nel mese di dicembre 1913. Conferenze. Pubblicazioni ricevute.



TORINO

STABILIMENTO TIPOGRAFICO G. U. CASSONE SUCC.
Via della Zecca, 11.

1913.

Avviso relativo alla Corrispondenza della Società.

1° L'invio delle quote sociali, degli abbonamenti alla Rivista, delle inserzioni, ecc. deve essere fatto al *Tesoriere* dottor FELICE MASINO, via Maria Vittoria, num. 6, Torino.

2° Per la redazione della Rivista, i Soci che desiderano pubblicare articoli e notizie sono pregati di inviare i manoscritti al dott. V. Cerulli, Osservatorio Collurania, Teramo, e di inviare poi le bozze al dott. G. A. Favaro, Torino, Tipografia Cassone, via della Zecca, 11.

3° Per l'ordinaria amministrazione della Società, indirizzare la corrispondenza al *Segretario della Società Astronomica Italiana*, via Maria Vittoria, 23, Torino.

Disponibile

LA "FILOTECNICA", Ing. A. Salmoiraghi & C. - MILANO

Cannocchiali Astronomici, da Terrazzo, da Campagna



✱ Nuovi Cannocchiali a prismi a forte ingrandimento ✱
Chiedere listino speciale.

CLEMENS RIEFLER

✦ Fabbrica di Strumenti di precisione ✦



NESSELWANG e MONACO (Baviera)

COMPASSI di precisione.

OROLOGI di precisione
a pendolo.

PENDOLI a compensazione
(acciaio-nickel).

Grand Prix: Parigi 1900, St.-Louis 1904,
Liegi 1905, Torino 1911.

2 Grand Prix: Bruxelles 1910.

Prezzi correnti illustrati gratis.



Gli strumenti usciti dalle nostre officine portano impresso il
nome *Riefler*

Lastre fotografiche Cappelli

Via Stella, 31 - MILANO - Via Stella, 31

Le preferite da tutti!

EXTRA-RAPIDE

MEDIA-RAPIDE

ORTOCROMATICHE

"Nuove"

ANTI-HALO

DIAPOSITIVE

PELLICOLARI

Ottime per fotografie astronomiche

Lastre X per radiografie

(in uso presso
i principali istituti Clinici)

VENDITA presso tutti i negozianti d'articoli fotografici

Esportazione

RIVISTA DI ASTRONOMIA

E SCIENZE AFFINI

Bollettino della Società Astronomica Italiana

(edito dalla stessa)

SUGLI ACCENNI DANTESCHI

ai segni, alle costellazioni ed al moto del cielo stellato
da occidente in oriente, di un grado in cento anni

Nota terza di F. ANGELITTI.

1. **La pania dantesca.** — Quando Ludovico Ariosto paternamente ammoniva

Cbi mette il piè sull' amorosa pania,
affinchè

Cerchi ritrarlo e non v'inveschi l'ale,

sapeva bene di dare un consiglio di difficile e quasi di impossibile attuazione; ma forse non avrebbe immaginato giammai che ai nostri giorni non dissimile dalla pania amorosa sarebbe divenuta la pania dantesca: anche in questa, chi vi mette il piede, vi invischierà inevitabilmente le ali e vi resterà impigliato, vuoi per la grande attrattiva che esercita sulle menti il nostro massimo poeta, vuoi per la critica che ha in questo ramo di studi assunto un carattere altamente ponderato e rigoroso, ed obbliga a schiarire, a perfezionare, a rifare, vuoi finalmente per la natura delle questioni dantesche, le quali, com'è accaduto nella presente, si ingrandiscono, si complicano e s'intrecciano di mano in mano che si vengono trattando. Ma da questa pania dantesca io non ebbi neanche l'agio a riflettere se dovessi ritrarre il piede per non invischiarmi le ali, perchè vi scivolai tutto in una volta e mi ci trovai sommerso fino ai capelli. Il rimorso sentito nei primi tempi, che questi studi mi distraessero troppo da altre occupazioni per me più doverose, si venne, come nei peccatori impenitenti, a poco a poco acquietando con varie considerazioni, facili ad immaginare, con le quali giunsi ad indulgere a me

stesso fino al punto da concludere che uno studioso deve, in fondo, seguire il suo talento ed occuparsi in quelle ricerche che gli vanno più a grado. Tuttavia, il mio diletto non sarebbe bastato a farmi perseverare in queste ricerche, se non fossi riuscito a persuadermi che esse sono di una certa utilità non solo per gli studi danteschi, ma anche per gli studi astronomici.

2. Dante nell'astronomia. — Voglio naturalmente intendere che gli studi danteschi riescono di qualche vantaggio per l'astronomia, in quanto forniscono l'occasione di ritornare sulle dottrine degli antichi. Nelle altre scienze di filosofia naturale forse può bastare di mantenersi al corrente delle scoperte e dei metodi recenti; ma nell'astronomia sembra quasi necessaria la conoscenza di tutto ciò che è stato fatto per lo innanzi, perchè la storia dell'astronomia è l'astronomia stessa, o, per meglio dire, l'astronomia è la storia e la cronologia dei fenomeni celesti osservati dall'uomo e le scoperte dell'oggi sono frutto delle osservazioni del passato.

Alcuni sono indotti a ritenere che l'astronomia sia una scienza tutta moderna e che gli antichi non abbiano scoperto quasi nulla d'importante e non abbiano saputo elaborare se non teorie errabonde. Ma ben considerando, facilmente ci persuadiamo del contrario. Gli antichi fecero scoperte meravigliose in rapporto ai loro mezzi di osservazione e idearono teorie semplici e sufficienti alla spiegazione dei fenomeni osservati. Alla scoperta della sfericità della terra fatta da Pitagora, l'età moderna può appena contrapporre per importanza quella della gravitazione universale di Newton, e alla scoperta della precessione degli equinozi fatta da Ipparco, si può appena contrapporre quella dell'aberrazione della luce fatta da Bradley. Sennonchè, mentre la sfericità della terra e la precessione degli equinozi sono fatti reali acquisiti alla scienza, la gravitazione universale e l'aberrazione della luce sono fondate su teorie che forse potranno venire modificate.

Nella nostra età, tutt'altro che incuriosa del processo storico dell'astronomia, fervono più che mai gli sforzi per ritornare sul pensiero astronomico degli antichi. E tra i nostri, il sommo maestro Schiaparelli anche in questo arringo raccolse messe di allori, trattando dei precursori di Copernico nell'autichità, o ricostruendo, sopra pochi accenni, l'elegantissimo sistema delle sfere omocentriche di Eudosso, di Calippo e di Aristotele, o mostrando per quali successioni di idee i Greci pervenissero ad elaborare il sistema eliocentrico. Nè soltanto i Greci egli aveva letti

ma aveva famigliari tutti gli astronomi antichi e medioevali. Conoscitore profondo delle opere di Dante, aveva accettato di dare dalla cattedra dantesca istituita in Roma delle lezioni sulla parte astronomica in esse contenuta; ma non mantenne la promessa, forse per evitare un campo

U' non potemo entrare omai senz'ira,

voglio dire senza polemiche. Infatti, nel campo dantesco egli entrò spontaneamente una volta sola, per ispiegare in un breve articolo il modo d'intendere i primi sei versi del canto secondo del *Purgatorio*, e vi entrò velato sotto l'anagramma di Achille Sarpi. Tuttavia, quando fu richiesto sopra speciali questioni di astronomia dantesca, diede il suo parere sotto forma sapientemente modesta, fornendo a quanti sono dantisti in Italia e fuori dei preziosi insegnamenti. E spiace rammentare che anche per questo fu da taluno fatto segno ad attacchi aspramente personali e irriverenti. Noi combattiamo più che mai il principio di autorità nella scienza, ed amiamo discutere su tutto e con tutti, senza domandare se e dove i nostri oppositori abbiano studiato cosmografia; ma riteniamo che nelle discussioni si debbano serbare i dovuti riguardi con tutti e più specialmente con quelli studiosi che tutta Italia (per non dire tutto il mondo) onora.

L'interesse per le dottrine degli antichi si manifesta anche con la ripubblicazione delle loro opere. In Germania si vanno ristampando le opere di Tolomeo in una edizione critica curata dall'Heiberg. In Italia lo Schiaparelli medesimo ha accolto tra le pubblicazioni dell'Osservatorio di Brera l'*Opus Astronomicum* di Albategno nel testo arabo, corredato di una versione e di annotazioni per cura del Nallino; e nell'interesse appunto degli studi di astronomia dantesca hanno veduto la luce per la prima volta l'*Almonacco perpetuo* di Profazio per cura del Boffito e del Melzi d'Eril, ed il *Libro dell'aggregazione delle stelle* di Alfergano nella traduzione latina di Gherardo da Cremona, per cura del Campani; opere tratte entrambe da codici esistenti nella Laurenziana di Firenze. Così, o per Dante, o per se stessi, possano vedere la luce altri tesori ancora inediti dell'astronomia medioevale, di cui è ricca quella stessa biblioteca come le *Tavole Toletane* o di Arzachel, e l'*Almagesti parvum* di autore anonimo, già rammentato nella prima di queste note.

3. **L'astronomia in Dante.** — Più facile sembra la dimostrazione dell'utilità che l'astronomia, o più generalmente la scienza, può e deve arrecare all'esegesi dantesca. Infatti, nelle opere di Dante, e specialmente

nella *Commedia*, la scienza entra come fondamento principale e non già come un abbellimento di lusso. Dante stesso ripete sovente che il fondamento della buona poesia è la scienza, la scienza, e non altro che la scienza.

Nel trattato *De Vulgari Eloquentia*, Dante giunge perfino a dichiarare che della nobile loquela e del volgare illustre non si devono servire se non coloro che sono di scienza nutriti, perchè la nobile loquela conviene soltanto alle alte concezioni, e le alte concezioni non si possono avere se non da coloro che sono forniti di scienza e di ingegno. « Cum loquela non aliter sit necessarium instrumentum nostre conceptionis quam equus militis, et optimis militibus optimi convenient equi, optimis conceptionibus optima loquela conveniet. Sed optime conceptiones non possunt esse nisi ubi scientia et ingenium est: ergo optima loquela non convenit nisi illis in quibus ingenium et scientia est. Et sic non omnibus versificantibus optima loquela convenit, cum plerique sine scientia et ingenio versificentur (*De Vulg. Eloqu.*, lib. II, cap. 1) ». E si noti bene che il solo ingegno non basta alla buona poesia, e che coloro i quali, digiuni di arte e di scienza, confidando nel solo ingegno, prorompono a cantare alti soggetti, sono stolti e presuntuosi, come le anitre, che, impotenti a sollevarsi dalla terra, pretendono imitare le aquile a cui è dato innalzarsi col volo alle stelle. « Confiteantur eorum stultitiam, qui, arte scientiaque immunes, de solo ingenio confidentes, ad summa summe canenda prorumpunt: et a tanta presumptuositate desistant: et si anseres naturali desidia sunt, nolint astripetam aquilam imitari (*ibid.*, cap. 4) ».

Tutti rammentano che sul principio del *Paradiso* (II, 1-18), Dante consiglia alla maggior parte dei suoi ascoltatori di tornarsene a casa, e ritiene soltanto quei pochi che si sono elevati fino alle regioni più alte della scienza.

O voi che siete in piccioletta barca,
Desiderosi d'ascoltar, seguiti
Retro al mio legno che cantando varca.
Tornate a riveder li vostri liti,
Non vi mettete in pelago: chè forse
Perdendo me rimarreste smarriti.
L'acqua ch'io prendo giammai non si corse:
Minerva spira, e conduceci Apollo,
E nove Muse mi dimostran l'Orse.
Voi altri pochi, che drizzaste il collo
Per tempo al pan degli Angeli, del quale
Vivesi qui, ma non sen vien satollo,

Metter potete ben per l'alto sale
 Vostro navigio, servando mio solco
 Dinanzi all'acqua che ritorna eguale.
 Quel gloriosi che passaro a Colco,
 Non s'ammiraron, come voi farete,
 Quando Jason vider fatto bifolco.

Ma vi ha di più. Quando, dopo lunghi anni d'esilio, Dante sospira il ritorno alla patria, si augura (*Par.*, XXV, 7-12) di prendere il cappello di poeta nel suo bel S. Giovanni, non già per gli episodi di Francesca da Rimini e del conte Ugolino, che tanto entusiasmano i giovinetti, nè per quelli di Farinata, di Brunetto Latini, di Nicolò III, di Guido da Montefeltro o di Bocca degli Abbati, che tanto piacciono agli studiosi provetti, e neanche per i canti nei quali Cacciagnuda rammenta i costumi dell'antica Firenze, ma per l'esame sulla fede sostenuto innanzi a S. Pietro:

Con altra voce omai, con altro vello
 Ritornèrò poeta, ed in sul fonte
 Del mio battesimo prenderò il cappello:
 Però che nella Fede, che fa conte
 L'anime a Dio, quivi entra' io, e poi
 Pietro per lei sì mi girò la fronte.

L'esaminatore aveva domandato (*Par.*, XXIV, 52-53):

« Di', buon Cristiano, fatti manifesto:
 Fede che è? »:

e l'esaminato aveva risposto (XXIV, 64-66):

« Fede è sustanzia di cose sperate,
 Ed argomento delle non parventi:
 E questa pare a me sua quidditate. »

Se non fosse la riverenza per Dante, credo che i moderni direbbero: « che freddure, che concetti antipoetici! *fede che è? sustanzia! argomento! quidditate!* ». A me duole di non essere teologo, tanto da gustare la bellezza di questa definizione scolastica, e delle altre risposte alle altre questioni che al poeta vengono mosse intorno alla fede.

4. **Teologia ed astrologia.** — Mi duole di non essere teologo anche perchè in Dante la scienza astronomica, nella parte che si propone l'indagine della costituzione dell'universo, si intreccia e si complica con la teologia; anzi, per il tramite dell'astronomia, la teologia si connette con tutte le altre scienze naturali. Il mondo fisico è governato da Dio per

mezzo del movimento dei cieli. Al movimento dei cieli ed al loro governo presiedono le intelligenze motrici; ma Dio è il *Motore Primo*. Dio è sempre ricordato con questo appellativo di motore. La cantica del *Paradiso* comincia da

La gloria di colui che tutto muove,
e finisce con
L'Amor che muove il sole e l'altre stelle:

e nella professione di fede che il poeta fa nel sopra ricordato esame innanzi a S. Pietro, dice (XXIV, 130-132):

Io credo in uno Iddio
Solo ed eterno, che tutto il ciel muove.
Non moto, con amore e con disio.

Per comprendere e per gustare le bellezze di questa teoria, qua e là accennata da Dante, delle intelligenze motrici e degli organi del mondo, occorrerebbe una profonda conoscenza teologica e una grande familiarità col linguaggio scolastico, cose delle quali io sono del tutto digiuno. Innanzi ad essa io rimango ammirato, ma non di quella ammirazione cosciente, tutta propria di chi ha contezza delle cose, bensì di quella ansiosa, per la quale

stupido si turba
Lo montanaro, e rimirando ammuta,
Quando rozzo e salvatico s'inurba.

Ma vi sono moltissimi accenni danteschi che si fondano sopra un ramo assai più umile dell'astronomia, cioè sul congegno delle formole matematiche, delle tavole e delle dimostrazioni sferiche, o sull'uso delle macchine, e tali accenni, *quoniam in eo studio aetatem consumpsi*, io li gusto pienamente, e alla loro spiegazione posso dedicare la mia modestissima opera. Semmonchè, appunto tali spiegazioni spiranti odore matematico parvero a molti dantisti cercate con eccessivo rigore, da parecchi furono giudicate inopportune, anzi da taluno furono con troppa severità condannate come dannose alla interpretazione dantesca. Si disse che Dante non assoggettò l'arte della poesia al rigore scientifico; si disse che egli, per adattarsi alla intelligenza del volgo, dovette fare i suoi calcoli alla maniera popolare, ed in sostanza non si riuscì a fissare quale fosse questa maniera; si disse ancora che se mai si fosse servito di metodi rigorosi, poteva sbagliare nelle sue deduzioni.

Comunque sia di tutte queste opinioni, a me pare utile ricercare di quali metodi gli astronomi del tempo di Dante o Dante stesso si potes-

sero servire per risolvere i vari problemi a cui danno luogo gli accenni astronomici danteschi. Dai risultati ottenuti con questi metodi, si potrà determinare, secondo l'opinione che ciascuno vorrà seguire, di che cosa il poeta tenne conto e che cosa trascurò, od anche in quali cose colse nel segno e in quali sbagliò. Secondo questo concetto, nelle due note precedenti ho esposte le soluzioni dei vari problemi con tanto apparato di formole, di metodi grafici e di metodi meccanici, e secondo lo stesso criterio, ponendo fine a questa non breve cicalata introduttoria, mi accingo, in questa terza nota, alla risoluzione degli altri problemi che restarono sospesi.

5. Parti della superficie terrestre apparenti od occulte ad una data stella. — Io dico adunque seguitando che quando Dante parlò delle quattro stelle non viste mai fuor che alla prima gente e del settentrional vedovo sito il quale è privato di mirar quelle stelle, dovette pensare alle parti della superficie terrestre apparenti od occulte ad una data stella, nella stessa guisa che quando nel *Convivio* accennò alla parte del cielo stellato non ancora veduta in ciascun luogo della terra, nell'ipotesi dell'assenza del moto del primo mobile, pensò alle parti del cielo apparenti od occulte ad un dato luogo della terra ⁽¹⁾. Tra le due ricerche, vi è una corrispondenza che dai matematici si direbbe di *dualità*. La corrispondenza in parola nasce dal fatto che le parti del cielo apparenti od occulte ad un dato luogo della terra, dipendono dalla latitudine geografica del luogo, nella stessa guisa che le parti della super-

(1) Dante non solo osservò con gli occhi corporali l'apparire e l'occultarsi del Sole e delle stelle, ma anche immaginò con l'intelletto in che modo il Sole o le stelle vedano le varie parti della superficie della terra. Ad un osservatore situato sulla superficie della terra, l'apparire o l'occultarsi degli astri fornisce la misura del tempo: a Dante, trasportato da Beatrice nel segno dei Gemelli, la misura del tempo venne fornita dall'apparire e dall'occultarsi delle parti della superficie terrestre. L'idea del Sole che vede ed illumina le diverse parti della terra, è espressa nella canzone « Amor che nella mente mi ragiona » (vv. 19-22):

Non vede il sol, che tutto il mondo gira,
Cosa tanto gentil, quanto in quell'ora
Che luce nella parte ove dimora
La Donna, di cui dire Amor mi face;

in *Purg.*, XIII, 19:

Tu scaldi il mondo, tu sopr'esso iuci;

e in *Par.* XX, 1:

Quando colui che tutto il mondo alluma;

nei quali passi la parola *mondo* è usurpata nel significato di *globo terraqueo*, come per il primo Dante esplicitamente dichiara nel cap. 5° del trattato III del *Convivio*.

ficie della terra apparenti od occulte ad una data stella, dipendono dalla declinazione della stella ⁽¹⁾.

Ad un dato luogo della superficie della terra che abbia la latitudine geografica nulla, ossia a un luogo situato sull'equatore terrestre, come abbiamo già veduto nella prima Nota, durante la rivoluzione diurna sono visibili tutte le parti del cielo; e più specificatamente nello spazio di 12 ore sideree si rendono visibili tutte le stelle del cielo, e ciascuna stella è nell'intervallo di un giorno sidereo per 12 ore apparente, e per altrettanto tempo è occulta.

Analogamente, ad una stella di declinazione nulla sono visibili tutte le parti della superficie della terra; e più specificatamente nell'intervallo di 12 ore sideree tutte le parti della superficie della terra si rendono visibili, e nell'intervallo di un giorno sidereo ciascuna parte della superficie terrestre è per 12 ore apparente e per altrettanto tempo è occulta.

Sia ora φ il valore assoluto della latitudine geografica di un luogo, distinta in boreale e australe. I due paralleli celesti che hanno la distanza polare nord e la distanza polare sud eguale a φ , ossia i due paralleli che hanno la declinazione boreale e australe eguale a $90^\circ - \varphi$, dividono la sfera celeste in tre parti, cioè una zona intermedia, che, durante la rivoluzione diurna, sorge e tramonta, e due calotte estreme, delle quali una è sempre apparente e l'altra sempre occulta: se la latitudine geografica φ è boreale, la calotta staccata verso borea dal parallelo di declinazione boreale $90^\circ - \varphi$ è sempre apparente, e la calotta staccata verso austro dal parallelo di declinazione australe $90^\circ - \varphi$ è sempre occulta; se invece la latitudine geografica φ è australe, la calotta staccata verso austro dal parallelo di declinazione australe $90^\circ - \varphi$ è sempre apparente, e la calotta staccata verso borea dal parallelo di declinazione boreale $90^\circ - \varphi$ è sempre occulta.

Analogamente, sia δ il valore assoluto della declinazione di un astro distinta in boreale e australe. I due paralleli terrestri che hanno la co-latitudine geografica eguale a δ in valore assoluto, ossia i due paralleli terrestri che hanno la latitudine geografica boreale ed australe eguale a $90^\circ - \delta$, dividono la superficie della terra in tre parti; cioè una zona

(1) Qui intendiamo parlare delle parti della terra che da una stella si vedono per semplice ragione di prospettiva: Dante, guardando la terra dal segno dei Gemelli, considerò anche la parte che si vede per ragione di illuminazione prodotta dai raggi solari, quando scrisse (*Par.*, XXVII, 85-87);

E più mi fora discoperto il sito
Di questa aiuola; ma il sol procedea
Sotto i miei piedi un segno e più partito.

intermedia, che, durante la rivoluzione diurna appare e si occulta all'astro, e due calotte estreme, delle quali una è sempre apparente e l'altra è sempre occulta all'astro: se la declinazione δ è boreale, la calotta terrestre staccata verso borea dal parallelo di latitudine boreale $90^\circ - \delta$ è sempre apparente all'astro, e la calotta staccata verso austro dal parallelo di latitudine australe $90^\circ - \delta$ è sempre occulta: se invece la declinazione δ è australe, la calotta terrestre staccata verso austro dal parallelo di latitudine australe $90^\circ - \delta$ è sempre apparente all'astro, e la calotta staccata verso borea dal parallelo di latitudine boreale $90^\circ - \delta$ è sempre occulta.

Possiamo notare i casi particolari nei quali la latitudine geografica φ è eguale a 90° e quelli in cui la declinazione δ è anche eguale a 90° .

Per $\varphi = 90^\circ$, ci troviamo ai poli terrestri, ossia alle due città di Maria e di Lucia immaginate da Dante. Per queste città svanisce la zona celeste che durante la rivoluzione diurna sorge e tramonta: per Maria, situata al polo nord, l'emisfero boreale celeste, rispetto all'equatore, è sempre apparente, e l'emisfero australe è sempre occulto: per Lucia, situata al polo sud, l'emisfero australe celeste è sempre apparente, e l'emisfero boreale è sempre occulto.

Per $\delta = 90^\circ$, ci troviamo ai due poli celesti, e per questi punti svanisce la zona terrestre che durante la rivoluzione diurna appare e si occulta. Ad una stella situata al polo boreale celeste, l'emisfero boreale della terra è sempre apparente e l'emisfero australe è sempre occulto: ad una stella situata al polo australe celeste, l'emisfero australe della terra è sempre apparente e l'emisfero boreale è sempre occulto.

6. Continuazione. — Vediamo ora che cosa avvenga in alcuni casi nei quali la declinazione dell'astro varia col tempo.

Abbiamo detto che ad una stella di declinazione nulla, cioè situata sotto l'equatore celeste, ciascuna parte della superficie della terra nell'intervallo di un giorno sidereo è per 12 ore apparente e per altrettanto tempo è occulta. Ad un astro, che, come il Sole, descrivesse in cielo un circolo massimo, declinando egualmente di qua e di là dall'equinoziale, ciascuna parte della terra, compiuto che fosse il giro dell'astro, sarebbe stata a questo apparente ed occulta per una stessa durata complessiva di tempo. Così, al Sole, nello spazio di un anno, ciascuna parte della terra è per 6 mesi apparente e per 6 mesi è occulta. Questo fatto eccita l'entusiasmo di Dante nel capitolo V del trattato III del *Convivio*. « Per che vedere omai si puote, che per lo divino provvedimento il mondo è sì ordinato, che, volta la sfera del Sole e tornata a un punto, questa

palla, dove noi siamo, in ciascuna parte di sè riceve tanto tempo di luce, quanto di tenebre. O ineffabile Sapienza che così ordinasti, quanto è povera la nostra mente a te comprendere! E voi, a cui utilità e diletto io scrivo, in quanta cecità vivete, non levando gli occhi suso a queste cose, tenendoli fissi nel fango della vostra stoltezza! ».

Ciò che si verifica esattamente per il Sole, si verifica per i pianeti grossamente assegnando, per dirla con frase dantesca. I pianeti si muovono lungo l'eclittica, ma deviano da questa leggermente ora verso borea ora verso austro, e compiuto un giro, si trovano anche di aver declinato di qua e di là dall'equinoziale non però di quantità esattamente eguali. Un compenso per altro ha luogo dopo un gran numero di rivoluzioni. Si può dire dunque che anche ad un pianeta durante il suo giro una parte qualunque della superficie della terra rimane apparente quasi tanto tempo quanto rimane occulta.

Questo declinare del Sole e dei pianeti di qua e di là dall'equinoziale e la quantità di tale declinazione sono fatti essenziali per la teoria astrologica e teologica delle influenze dei cieli sulla terra. Anche di questi fatti Dante si entusiasma in *Par.*, X, 7-21 :

Leva dunque, lettor, all'alte rote
 Meco la vista dritto a quella parte
 Dove l'un moto e l'altro si percote ⁽¹⁾ ;
 E lì comincia a vagheggiar nell'arte
 Di quel maestro, che dentro a sè l'ama
 Tanto che mai da lei l'occhio non parte.
 Vedi come da indi si dirama
 L'obliquo cerchio ⁽²⁾ che i pianeti porta,
 Per soddisfare al mondo ⁽³⁾ che li chiama :
 E se la strada lor non fosse torta ⁽⁴⁾,
 Molta virtù nel ciel sarebbe in vano,
 E quasi ogni potenza quaggiù morta :
 E se dal dritto ⁽⁵⁾ più o men lontano
 Fosse il partire, assai sarebbe manco
 E giù e su dell'ordine mondano ⁽⁶⁾.

(1) Per la parte dove l'un moto e l'altro si percuote s'intende qui il primo punto di Ariete.

(2) L'obliquo cerchio è l'eclittica, inclinata rispetto all'equatore per l'angolo che chiamasi appunto obliquità dell'eclittica.

(3) Per mondo qui s'intende il globo terrestre: i pianeti, nei quali è compreso il Sole, devono temperare e suggellare la *mondana cera*, ossia la terra.

(4) *Torta*, cioè secondo il circolo obliquo.

(5) Si sottintende *cerchio*, e il *dritto cerchio* è l'equatore.

(6) *Mondano* qui vale *cosmico*, ossia appartenente a tutto l'universo. L'obliquità dell'eclittica per Dante è quella che deve essere perchè l'ordine di tutto l'universo sia nella sua massima perfezione.

7. **Continuazione.** — Una stella situata sull'eclittica, per effetto del lento moto del cielo stellato da occidente in oriente, percorre tutto questo circolo in 36 mila anni, declinando egualmente di qua e di là dall'equinoziale. Ne segue che ad una tale stella, quando sarà tornata allo stesso punto, ciascuna parte della terra per la complessiva durata di 18 mila anni sarà stata apparente e per altrettanto tempo sarà stata occulta.

Consideriamo le stelle la cui latitudine, β , boreale od australe, sia minore dell'obliquità dell'eclittica ε , ossia le stelle della zona celeste compresa tra i due paralleli all'eclittica, aventi la latitudine boreale ed australe eguale ad ε . Tali stelle, nel periodo di 36 mila anni, rivolgendosi attorno ai poli dell'eclittica, incontrano due volte l'equatore celeste e, quando ciò accade, esse vedono con la rivoluzione diurna tutte le parti della terra. Per tali stelle, adunque, ed in tali epoche svanisce così la calotta sempre apparente, come la calotta sempre occulta della superficie della terra.

Le stelle, invece, che stanno fuori della precedente zona celeste, ossia quelle la cui latitudine β , boreale ed australe, è maggiore dell'obliquità dell'eclittica ε , rivolgendosi intorno ai poli dell'eclittica, non passano mai per l'equatore; ma la loro declinazione, mantenendosi o sempre boreale o sempre australe, oscilla tra il valore massimo $\beta + \varepsilon$ ed il valore minimo $\beta - \varepsilon$. Le stelle che hanno la latitudine β boreale e maggiore di ε , raggiungono il valore massimo $\beta + \varepsilon$ di declinazione boreale quando passano per il semicolo solstiziale che va dal polo boreale al polo australe dell'eclittica dalla parte del primo punto di Cancro, e raggiungono il valore minimo $\beta - \varepsilon$ di declinazione boreale quando passano per il semicolo solstiziale che va dal polo boreale al polo australe dell'eclittica dalla parte del primo punto di Capricorno. Il contrario avviene per le stelle la cui latitudine β è australe e maggiore di ε : esse raggiungono il valore massimo $\beta + \varepsilon$ di declinazione australe quando passano per il semicolo solstiziale che va dal polo boreale al polo australe dell'eclittica dalla parte del primo punto di Capricorno, e raggiungono il valore minimo $\beta - \varepsilon$ di declinazione australe quando passano per il semicolo solstiziale che va dal polo boreale al polo australe dell'eclittica dalla parte del primo punto di Cancro. Ne segue che per tutte le dette stelle, durante il moto lentissimo del cielo stellato da occidente in oriente, si mantiene e la calotta sempre apparente della superficie terrestre e la calotta sempre occulta: l'una e l'altra di queste calotte hanno sempre per vertici i poli terrestri, ossia le due città di Maria e di Lucia immaginate da Dante, ed il loro raggio sferico varia appunto

tra il valore massimo $\beta + \epsilon$ ed il valore minimo $\beta - \epsilon$. Ad una stella boreale di latitudine β , maggiore di ϵ , la calotta terrestre staccata verso borea dal parallelo di latitudine geografica boreale $90^\circ - \beta + \epsilon$ sarà sempre apparente anche considerato il moto del cielo stellato, e noi quindi la diremo *calotta di perpetua apparizione*, e la calotta terrestre staccata verso austro dal parallelo di latitudine geografica australe $90^\circ - \beta + \epsilon$, sarà sempre occulta, e noi la diremo *calotta di perpetua occultazione*. Similmente, ad una stella australe di latitudine β , maggiore di ϵ , la calotta terrestre staccata verso austro dal parallelo di latitudine geografica australe $90^\circ - \beta + \epsilon$ sarà sempre apparente anche considerato il moto del cielo stellato, e noi quindi la diremo *calotta di perpetua apparizione*, e la calotta terrestre staccata verso borea dal parallelo di latitudine geografica boreale $90^\circ - \beta + \epsilon$, sarà sempre occulta e noi la diremo *calotta di perpetua occultazione*.

È utile avvertire che quando la somma $\beta + \epsilon$, che deve rappresentare la declinazione massima boreale od australe della stella, oltrepassa i 90 gradi, il che avviene quando β è maggiore di $90^\circ - \epsilon$, si prenderà il suo supplemento a 180 gradi, il quale realmente indicherà la massima declinazione della stella. Avviene quindi che, sempre quando la latitudine β della stella non supera i $90^\circ - \epsilon$, la differenza tra la massima e la minima declinazione della stella è eguale a 2ϵ , cioè al doppio dell'obliquità dell'eclittica; ma quando la latitudine β supera il valore $90^\circ - \epsilon$, la differenza tra la massima e la minima declinazione della stella è eguale a $180^\circ - 2\beta$, cioè al doppio della distanza tra la stella ed il polo dell'eclittica più vicino ad essa. Nel caso particolare che la latitudine della stella fosse eguale a 90 gradi, il che avverrebbe per una stella situata in uno dei poli dell'eclittica, la massima e la minima declinazione della stella risulterebbero entrambe eguali a $90^\circ - \epsilon$, il quale valore è proprio la declinazione costante, boreale od australe dei poli dell'eclittica. Quindi ad una stella situata al polo boreale dell'eclittica, la calotta terrestre staccata verso borea dal parallelo di latitudine geografica boreale eguale all'obliquità dell'eclittica ϵ , è sempre apparente, ed è anche di perpetua apparizione; quella staccata verso austro dal parallelo di latitudine geografica australe eguale ad ϵ , è sempre occulta, ed è anche di perpetua occultazione. Similmente, ad una stella situata nel polo australe dell'eclittica, la calotta terrestre staccata verso austro dal parallelo di latitudine geografica australe eguale ad ϵ , è sempre apparente, ed è anche di perpetua apparizione; quella staccata verso borea dal parallelo di latitudine geografica boreale eguale ad ϵ , è sempre occulta, ed è anche di perpetua occultazione.

Applichiamo le precedenti deduzioni al punto centrale delle quattro stelle più cospicue dei piedi posteriori del Centauro, delle quali ci siamo intrattenuti nella seconda nota. Quel punto ha la latitudine australe di $50^{\circ} 18'$. La massima declinazione australe, che esso raggiunge quando passa per il semicolo solstiziale che va dal polo boreale al polo australe dell'eclittica dalla parte del primo punto del Capricorno, è di $50^{\circ} 18' + 23^{\circ} 30'$, ossia di $73^{\circ} 48'$. La minima declinazione australe, che esso raggiunge quando attraversa il semicolo solstiziale che va dal polo boreale al polo australe dell'eclittica dalla parte del primo punto di Cancro, è di $50^{\circ} 18' - 23^{\circ} 30'$, ossia di $26^{\circ} 48'$. Per questo punto le calotte terrestri di perpetua apparizione e di perpetua occultazione sono quelle descritte intorno ai poli della terra col raggio sferico $26^{\circ} 48'$; e propriamente la calotta terrestre staccata verso austro dal parallelo di latitudine geografica australe $63^{\circ} 12'$, è di perpetua apparizione, e quella staccata verso borea dal parallelo di latitudine geografica boreale $63^{\circ} 12'$, è di perpetua occultazione.

Applichiamo le stesse considerazioni al punto centrale della costellazione dell'Ara, che nella nota precedente abbiamo trovato avere la latitudine australe di $29^{\circ} 34'$. La massima declinazione australe raggiunta da questo punto è $29^{\circ} 34' + 23^{\circ} 30'$, ossia $53^{\circ} 4'$, e la minima declinazione australe da esso raggiunta è $29^{\circ} 34' - 23^{\circ} 30'$, ossia $6^{\circ} 4'$. Le calotte terrestri di perpetua apparizione e di perpetua occultazione per questo punto sono quelle descritte intorno ai poli della terra col raggio sferico $6^{\circ} 4'$, e propriamente la calotta terrestre staccata verso austro dal parallelo di latitudine geografica australe $83^{\circ} 56'$ è di perpetua apparizione, e quella staccata verso borea dal parallelo di latitudine geografica boreale $83^{\circ} 56'$ è di perpetua occultazione.

8. **Continuazione.** — Ma ci restano da fare altre considerazioni non meno interessanti relative ai paralleli terrestri la cui latitudine geografica boreale ed australe è eguale al complemento della massima declinazione boreale od australe che può raggiungere una stella.

Nel caso che la latitudine β della stella, boreale od australe, sia maggiore dell'obliquità dell'eclittica ε , come abbiamo veduto, la declinazione massima, boreale od australe, raggiunge il valore $\beta + \varepsilon$. Se la stella è boreale, il complemento della massima declinazione, ossia il valore $90^{\circ} - \beta - \varepsilon$, rappresenta simultaneamente la minima latitudine geografica boreale per la quale la stella durante la rivoluzione diurna può essere sempre apparente, e la minima latitudine geografica australe per

la quale *può essere* sempre occulta; e analogamente, se la stella è australe, lo stesso valore $90^\circ - \beta - \varepsilon$ rappresenta nello stesso tempo la minima latitudine geografica australe per la quale durante la rivoluzione diurna la stella *può essere* sempre apparente, e la minima latitudine geografica boreale per la quale *può essere* sempre occulta.

Applichiamo queste conclusioni al punto centrale delle quattro stelle più cospicue dei piedi posteriori del Centauro, il quale raggiunge la massima declinazione australe di $73^\circ 48'$. Il complemento di questo valore, ossia $16^\circ 12'$, rappresenta la minima latitudine geografica australe per la quale quel punto durante la rivoluzione diurna può essere sempre apparente, e rappresenta anche la minima latitudine geografica boreale per la quale può essere sempre occulto. Di modo che per la zona terrestre compresa tra i due paralleli aventi la latitudine geografica boreale ed australe di $16^\circ 12'$ quel punto durante la rivoluzione diurna non si renderà mai nè sempre apparente nè sempre occulto, ma sorgerà e tramonterà ogni dì perpetuamente: per la zona terrestre compresa tra i paralleli aventi le latitudini geografiche boreali di $16^\circ 12'$ e $63^\circ 12'$, quel punto può col moto diurno rendersi sempre occulto, mentre per la zona terrestre simmetrica compresa tra i paralleli aventi le latitudini geografiche australi di $16^\circ 12'$ e $63^\circ 12'$ può rendersi sempre apparente; e finalmente, per la calotta terrestre staccata verso borea dal parallelo di latitudine geografica boreale $63^\circ 12'$, quel punto è, come abbiamo veduto, di perpetua occultazione, mentre per la calotta terrestre simmetrica staccata verso austro dal parallelo di latitudine geografica australe $63^\circ 12'$ è di perpetua occultazione. S'intende facilmente che quando per una data regione terrestre una stella sorge e tramonta, ovvero è sempre apparente o sempre occulto, ovvero è di perpetua apparizione o di perpetua occultazione, reciprocamente, alla stella quella data regione terrestre appare e si occulta, ovvero è sempre apparente o sempre occulta, ovvero è di perpetua apparizione o di perpetua occultazione.

Analogamente, applichiamo le stesse considerazioni al punto centrale della costellazione dell'Ara, la cui massima declinazione australe è stata trovata di $53^\circ 4'$. Il complemento di questo valore, ossia $36^\circ 56'$ rappresenta la minima latitudine geografica australe per la quale quel punto può essere sempre apparente, e la minima latitudine geografica boreale per la quale può essere sempre occulto. Di modo che, per la zona terrestre compresa tra i paralleli aventi la latitudine geografica boreale ed australe di $36^\circ 56'$, il punto centrale della costellazione dell'Ara durante la rivoluzione diurna sorge e tramonta ogni dì perpetuamente; per la

zona compresa tra i paralleli aventi le latitudini geografiche boreali di $36^{\circ} 56'$ e di $83^{\circ} 56'$ quel punto col moto diurno può rendersi sempre occulto, mentre per la zona simmetrica compresa tra i paralleli aventi le latitudini geografiche anstrali di $36^{\circ} 56'$ e di $83^{\circ} 56'$ può rendersi sempre apparente; e finalmente, per la calotta terrestre staccata verso borea dal parallelo avente la latitudine geografica boreale di $83^{\circ} 56'$ quel punto stesso è di perpetua occultazione, mentre per la calotta simmetrica staccata verso austro dal parallelo avente la latitudine geografica australe di $83^{\circ} 56'$ è di perpetua occultazione.

Giova infine segnalare una conclusione particolare, che dovrà essere applicata nella presente questione dantesca. Data la latitudine boreale φ , di un luogo della superficie della terra, il parallelo celeste avente la declinazione anstrale eguale a $90^{\circ} - \varphi$, divide la sfera celeste in due calotte, delle quali la maggiore, verso borea, durante la rivoluzione diurna, è visibile a quel luogo, e la minore, verso austro, è occulta: e analogamente, data la declinazione australe δ di una stella, il parallelo terrestre avente la latitudine geografica boreale eguale a $90^{\circ} - \delta$, divide la superficie della terra in due calotte, delle quali la maggiore, verso anstro, durante la rivoluzione diurna è visibile alla stella, e la minore, verso borea, è occulta.

9. Latitudine geografica alla quale Dante potè immaginare la prima gente. — Se Dante scelse in un modo qualunque dal catalogo delle 1022 stelle note agli antichi le quattro stelle non viste mai fuor che alla prima gente che egli finse di osservare nelle vicinanze del polo anstrale al mattino dalla spiaggia del Purgatorio, e se per prima gente volle intendere i primi abitatori di certe latitudini boreali ai quali nei primi secoli dalla creazione quelle stelle fossero state visibili e poi si fossero rese occulte per effetto del moto del cielo stellato, una prima limitazione alla latitudine geografica da assumere veniva imposta, secondo le precedenti considerazioni, dal massimo e dal minimo valore che poteva raggiungere la declinazione del suo gruppo di stelle. Così, se egli pensò alle quattro stelle più cospicue dei piedi posteriori del Centauro, e se restrinse le sue considerazioni, come noi abbiamo fatto, al punto centrale del gruppo, dovette immaginare la prima gente tra i due paralleli aventi le latitudini geografiche boreali di $16^{\circ} 12'$ e di $63^{\circ} 12'$. Se invece pensò alla costellazione dell'Ara, dovette immaginare la prima gente tra i paralleli aventi le latitudini geografiche boreali di $36^{\circ} 56'$ e di $83^{\circ} 56'$.

Ma per la scelta più precisa della latitudine geografica alla quale

voleva essere collocata la prima gente, egli dovette risolvere ancora questi altri problemi di astronomia sferica:

1° determinare per l'epoca della creazione la declinazione del suo gruppo di stelle e in corrispondenza di tale declinazione scegliere convenientemente la latitudine geografica della prima gente;

2° determinare quanto tempo dopo la creazione il gruppo di stelle si sarebbe durante la rivoluzione diurna reso sempre occulto alla latitudine prescelta.

È necessario dunque che anche noi procediamo con ordine alla risoluzione degli stessi problemi.

10. Coordinate equatoriali delle quattro stelle più cospicue dei piedi posteriori del Centauro per l'epoca della creazione. — Cominciamo dunque dal ricercare le coordinate equatoriali del punto centrale del gruppo delle quattro stelle più cospicue dei piedi posteriori del Centauro per l'epoca della creazione.

Veramente potrebbe sembrare superfluo questa nuova indagine per il detto gruppo di stelle, avendo trovato nel paragrafo 31 della nota precedente che esso non risponde alle condizioni accennate dal poeta e volute da quelli stessi che lo hanno proposto, di trovarsi cioè presso al meridiano alla culminazione superiore nel mattino, quando Dante lo avrebbe osservato, e di essere *basso*, presso la culminazione inferiore, alla sera. Ma si tratta del gruppo che alla meglio si può sostituire alla Croce del Sud, e l'interpretazione della Croce del Sud è stata accarezzata per secoli da scienziati eminenti, accettata forse anche da Galileo, e certamente vagheggiata dal Campanella, il quale ne faceva cenno, scrivendone appunto a Galileo in questi termini: « Dantes prophetavit de stellis poli antartici, quae quadragesimam nonam figuram, dictam Cruciferum, effingunt; nam nescio unde potuerit, nisi a numine, hoc discere: nullam namque scripturam Hanno Carthaginensis, quem totam navigando perlustrasse Africam, teste Plinio, scimus, reliquit de Crucifero (1) ». Se tale interpretazione deve essere seppellita, noi vogliamo che le siano resi tutti gli onori.

Per il punto centrale di detto gruppo di stelle, all'epoca della creazione, abbiamo trovato le coordinate eclittiche (paragrafo 11 della nota precedente)

$$\begin{aligned}\lambda &= \text{longitudine} = 139^{\circ} 50' \\ \beta &= \text{latitudine} = - 50^{\circ} 18' .\end{aligned}$$

(1) Cfr. *Le Opere* di GALILEO GALILEI; edizione nazionale, vol. XI, p. 24.

I diversi metodi per passare dalle coordinate eclittiche alle equatoriali sono stati minutamente esposti nella nota precedente. Applicando le formole [1] del paragrafo 13, abbiamo:

$$\begin{aligned}
 \log \tan \beta &= 0,08081_n \\
 \log \operatorname{cosec} \lambda &= 0,19043 \\
 \log \tan M &= 0,27124_n \\
 M &= -61^\circ 49' 52'' \\
 \varepsilon &= 23 \ 30 \\
 M + \varepsilon &= -38 \ 19 \ 52 \\
 \log \tan \lambda &= 9,92638_n - 10 & \log \tan (M + \varepsilon) &= 9,89798_n - 10 \\
 \log \sec M &= 0,32599 & \log \sin \alpha &= 9,91075 - 10 \\
 \log \cos (M + \varepsilon) &= 9,89456 & \log \tan \delta &= 9,80873_n - 10 \\
 \log \tan \alpha &= 0,14693_n & \delta &= -32^\circ 46' 19'' \\
 \alpha &= 125^\circ 29' 16''
 \end{aligned}$$

Per conferma di calcolo adoperiamo anche qui il gruppo delle formole [2] riportato al paragrafo 11 della nota precedente, sostituendo la formola [3] alla prima del gruppo. Considerando che i valori di β , $\beta + \varepsilon$ e $\beta - \varepsilon$ sono gli stessi di quelli calcolati nel citato paragrafo, si ha:

$$\begin{aligned}
 45^\circ + \frac{1}{2} \lambda &= 69^\circ 55' \\
 45^\circ - \frac{1}{2} \lambda &= 24 \ 55 \\
 45^\circ + \frac{1}{2} \lambda &= 114 \ 55 \\
 \log \cos (\beta - \varepsilon) &= 9,44559 - 10 & \log \tan \lambda &= 9,92638_n - 10 \\
 \log \sec (\beta + \varepsilon) &= 0,04935 & \log \sec \varepsilon &= 0,03760 \\
 \log \tan (45^\circ - \frac{1}{2} \lambda) &= 9,66702_n - 10 & \log \tan \alpha_q &= 9,96398_n - 10 \\
 \log \tan (45^\circ + \frac{1}{2} \lambda - \lambda_c) &= 9,16196_n - 10 \\
 45^\circ + \frac{1}{2} \lambda - \lambda_c &= -8^\circ 15' 41'' & \alpha_q &= 137^\circ 22' 24'' \\
 45^\circ + \frac{1}{2} \lambda &= 114 \ 55 & \alpha &= 125 \ 29 \ 16 \\
 \lambda_c &= 123 \ 10 \ 41 & \alpha_q - \alpha &= 11 \ 53 \ 8 \\
 \log \tan \lambda_c &= 0,18453_n & \log \sin (\alpha_q - \alpha) &= 9,31378_n - 10 \\
 \log \cos \varepsilon &= 9,96240 - 10 & \log \sec \alpha_q &= 0,13325_n \\
 \log \tan \alpha &= 0,14693_n & \log \cot \varepsilon &= 0,36170 \\
 \alpha &= 125^\circ 29' 16'' & \log \tan \delta &= 9,80873 - 10_n \\
 & & \delta &= -32^\circ 46' 19''
 \end{aligned}$$

Il valore dell'obliquità dell'eclittica adoperato in questi calcoli, come il lettore si sarà accorto, è lo stesso $\varepsilon = 23^\circ 30'$, ritenuto per l'epoca del viaggio. Qui si tratta di ottenere non le vere posizioni delle stelle per l'epoca della creazione, ma le posizioni che potevano risultare dai calcoli agli astronomi del tempo di Dante che ritenevano l'obliquità dell'eclittica come un elemento assolutamente invariabile. Del resto, chi volesse rifare i calcoli col vero valore dell'obliquità dell'eclittica per l'anno 5200 avanti Cristo, potrebbe assumere per questo elemento il va-

lore di $24^{\circ} 24'$; ma per il nostro scopo la differenza dei risultati non avrebbe importanza.

Ritengo superfluo applicare a questo caso gli altri gruppi di formole e il metodo grafico esposti nella nota precedente. Basti per la sicurezza dei calcoli avere ottenuto per due vie diverse i risultati richiesti, che qui fortuitamente coincidono fino al secondo d'arco.

Tuttavia non vogliamo tacere che nel caso presente, trattandosi di ottenere la sola declinazione, la via più semplice è quella di calcolarla mediante la prima delle formole [6 a], date al paragrafo 19 della nota precedente, la quale fornisce δ direttamente in funzione di β , ϵ , λ e si può calcolare colle ordinarie operazioni aritmetiche, per mezzo dei valori naturali dei seni. I valori di $\sin(\beta + \epsilon)$ e $\sin(\beta - \epsilon)$ sono gli stessi di quelli riferiti al citato paragrafo; inoltre abbiamo

$$\sin \lambda = \sin 139^{\circ} 50' = \sin 40^{\circ} 10' = 0,6450.$$

Da tali valori risulta

$$\sin \delta = - 0,5413,$$

e ricavando dalle tavole il corrispondente valore di δ , si ha

$$\delta = - 32^{\circ} 46',3$$

valore che concorda pienamente con quelli ottenuti con i precedenti gruppi di formole.

Per le coordinate equatoriali del punto centrale del gruppo delle quattro stelle dei piedi posteriori del Centauro, all'epoca della creazione, riterremo dunque

$$\begin{aligned} \alpha &= \text{ascensione retta} = 125^{\circ} 29' \\ \delta &= \text{declinazione} = - 32^{\circ} 46'. \end{aligned}$$

11. Latitudini terrestri alle quali sarebbe stato visibile il gruppo delle quattro stelle del Centauro all'epoca della creazione. — Avendo trovato che il punto centrale del gruppo delle quattro stelle dei piedi posteriori del Centauro, secondo i calcoli che potevano essere fatti dagli astronomi del tempo di Dante, avrebbe avuto all'epoca della creazione la declinazione australe di $32^{\circ} 46'$, dobbiamo concludere che gli astronomi stessi dovevano ritenerlo visibile, alla detta epoca, da tutti i luoghi situati più a sud della latitudine boreale di $57^{\circ} 14'$. E il gruppo sarebbe apparso per intero alle latitudini boreali inferiori a 50° .

I sostenitori di questo gruppo di stelle, o della Croce del Sud, intendono per prima gente quelli che abitavano a latitudini boreali di circa 30° : a questa latitudine il punto centrale del detto gruppo di stelle sarebbe culminato verso sud ad un'altezza di $27^\circ 14'$. I detti sostenitori si troverebbero anche male impegnati se volessero determinare quanto tempo dopo la creazione il loro gruppo di stelle avrebbe cessato di essere visibile alla latitudine da essi proposta, perchè, avendo trovato nel paragrafo 13 della Nota precedente che il punto centrale del gruppo aveva all'epoca del viaggio la declinazione australe di $54^\circ 21'$, quel punto anche ai tempi di Dante appariva visibile alla latitudine boreale di $35^\circ 39'$, e alla latitudine boreale di 30° era visibile l'intero gruppo.

Pur volendo persistere nella interpretazione della Croce del Sud, o meglio del gruppo che ad essa più ragionevolmente si può sostituire, la prima gente che vide quelle stelle e poi cessò di vederle, dovrebbe quindi collocarsi a una latitudine boreale notevolmente superiore ai 30° , per esempio alla latitudine di 45° . Noi estenderemo più appresso a questa ipotesi le ulteriori indagini.

12. Coordinate equatoriali delle stelle dell'Ara per l'epoca della creazione. — Passiamo a fare gli stessi calcoli per le stelle dell'Ara, ossia per il punto centrale della costellazione, il quale all'epoca della creazione, come si rileva dal paragrafo 11 della Nota precedente, aveva la longitudine di $182^\circ 11'$ e la latitudine di $-29^\circ 34'$.

Adoperando le formole [1] riferite al paragrafo 13 della citata Nota si ha:

$$\begin{aligned}\log \tan \beta &= 9,75382_n - 10 \\ \log \operatorname{cosec} \lambda &= 1,41911_n \\ \log \tan M &= 1,17293\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M &= 86^\circ 9' 29'' \\ \varepsilon &= 23 30 \\ M + \varepsilon &= 109 39 29\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\log \tan \lambda &= 8,58121 - 10 & \log \tan (M + \varepsilon) &= 0,44706_n \\ \log \sec M &= 1,17390 & \log \sin \alpha &= 9,27418 - 10 \\ \log \cos (M + \varepsilon) &= 9,52689_n - 10 & \log \tan \delta &= 9,72124_n - 10 \\ \log \tan \alpha &= 9,28200_n & \delta &= -27^\circ 45' 29'' \\ \alpha &= 169^\circ 9' 48''\end{aligned}$$

Applicando il gruppo di formole [2] dopo aver sostituita la formola [3] alla prima formola del gruppo, e considerando che i valori di β , $\beta + \varepsilon$, $\beta - \varepsilon$ sono gli stessi di quelli adoperati nel paragrafo 22 della Nota precedente, si ha:

$$\begin{array}{rcl}
& \frac{1}{2} \lambda = & 94^{\circ} 5' 30'' \\
45^{\circ} - \frac{1}{2} \lambda = & - & 46 \ 5 \ 30 \\
45^{\circ} + \frac{1}{2} \lambda = & & 136 \ 5 \ 30 \\
\log \cos (\beta - s) = & 9,77879 - 10 & \log \tan \lambda = 8,5812t - 10 \\
\log \sec (\beta + s) = & 0,00244 & \log \sec s = 0,03760 \\
\log \tan (45^{\circ} - \frac{1}{2} \lambda) = & 0,01655_n & \log \tan \alpha_q = 8,6188t - 10 \\
\log \tan (45^{\circ} + \frac{1}{2} \lambda - \lambda_c) = & 9,79778_n - 10 & \\
45^{\circ} + \frac{1}{2} \lambda - \lambda_c = & - 32^{\circ} 7' 4'' & \alpha_q = 182^{\circ} 22' 50'' \\
45 + \frac{1}{2} \lambda = & 136 \ 5 \ 30 & \alpha = 169 \ 9 \ 48 \\
\lambda_c = & 168 \ 12 \ 34 & \alpha_q - \alpha = 13 \ 13 \ 2 \\
\log \tan \lambda_c = & 9,31960_n - 10 & \log \sin (\alpha_q - \alpha) = 9,35916 - 10 \\
\log \cos s = & 9,96240 - 10 & \log \sec \alpha_q = 0,00038_n \\
\log \tan \alpha = & 9,28200_n - 10 & \log \cot s = 0,36170 \\
\alpha = & 169^{\circ} 9' 48'' & \log \tan \delta = 9,72124_n - 10 \\
& & \delta = - 27^{\circ} 45' 29''
\end{array}$$

Anche qui i risultati ottenuti con i due gruppi di formole concordano dentro il secondo, e, senza andare in cerca di ulteriori conferme, riteremo per le coordinate equatoriali del punto centrale della costellazione dell'Ara, all'epoca della creazione, i valori:

$$\begin{array}{l}
\alpha = \text{ascensione retta} = 169^{\circ} 10' \\
\delta = \text{declinazione} = - 27 \ 45
\end{array}$$

13. Latitudini terrestri alle quali sarebbe stata visibile la costellazione dell'Ara all'epoca della creazione. — Ci è dunque risultato che all'epoca della creazione il punto centrale della costellazione dell'Ara avrebbe avuto la declinazione australe di $27^{\circ} 45'$. Esso quindi sarebbe stato visibile dall'emisfero boreale terrestre in tutti i luoghi aventi latitudini geografiche minori di $62^{\circ} 15'$. E tutta la costellazione sarebbe stata visibile alle latitudini boreali minori di 56° .

Alla latitudine boreale di 45° il punto centrale della costellazione avrebbe culminato ad un'altezza di $17^{\circ} 15'$.

14. Formole per dedurre la longitudine di una stella dalla sua latitudine e dalla sua declinazione. — Come si deduce dai paragrafi precedenti, per una data latitudine boreale φ , una stella, prima visibile, diventa sempre occulta durante la rivoluzione diurna, quando la sua declinazione è australe e, crescendo in valore assoluto, passa per il valore $90^{\circ} - \varphi$.

Per gli astronomi medioevali, i quali ritenevano che le longitudini delle stelle crescessero proporzionalmente col tempo e che le latitudini rimanessero immutate, ed inoltre ammettevano che l'obliquità dell'eclittica fosse un elemento invariabile, il problema di determinare in quale epoca

la declinazione di una stella raggiungeva un determinato valore, si riduceva a trovare la longitudine celeste che corrisponde alla latitudine della stella e al dato valore della declinazione.

Se sono date la latitudine β e la declinazione δ di una stella, e se è nota l'obliquità ε dell'eclittica, la longitudine λ della stella sarà data in modo facile ed elegante dalla prima formola del gruppo [6_a] riportato al paragrafo 19 della Nota precedente. Quella formola si può calcolare senza l'aiuto dei logaritmi, facendo uso dei valori naturali dei seni: da essa si ricava $\sin \lambda$ e quindi λ . Dalla medesima formola, con facili trasformazioni, si ricava quest'altra formola monomia, comoda per l'uso dei logaritmi:

$$\tan^2 (45^\circ - \frac{1}{2} \lambda) = \frac{\sin \frac{1}{2} (\beta + \varepsilon - \delta) \cos \frac{1}{2} (\beta + \delta + \varepsilon)}{\sin \frac{1}{2} (\delta + \varepsilon - \beta) \cos \frac{1}{2} (\beta + \delta - \varepsilon)} \quad [11]$$

Io non so se gli astronomi antichi o medioevali si proposero mai il problema che qui ci occupa: ma, all'occasione, essi avrebbero potuto risolverlo in vari modi. Un primo metodo sarebbe stato quello di adoperare le ultime tre formole del gruppo [14] riferito al paragrafo 37 della Nota precedente, le quali servono, secondo Albategno, a determinare l'azimuth, contato da est verso nord, quando sono date la declinazione e l'altezza di una stella ed è nota la latitudine geografica del luogo. Per un luogo della superficie della terra avente la latitudine geografica eguale al complemento dell'obliquità dell'eclittica, nella posizione particolare della sfera in cui il polo boreale dell'eclittica coincide con lo zenith, l'altezza della stella è eguale alla sua latitudine, e l'azimuth, contato da est verso nord, è eguale alla sua longitudine: quindi in quelle formole basterà sostituire $90^\circ - \varepsilon$ in luogo di φ , β in luogo di h e λ in luogo di α_1 , mentre δ continua a rappresentare la declinazione della stella, ed α_0 ed ω si possono riguardare come quantità ausiliarie, alle quali si potrebbero assegnare nomi e significati analoghi a quelli che Albategno chiama amplitudine ortiva e differenza dell'orizzonte.

Se gli astronomi medioevali si avessero proposto l'attuale problema, essi avrebbero potuto risolverlo facilmente anche mediante le equazioni quarta e terza del gruppo delle formole [6], nel quale al paragrafo 16 della Nota precedente abbiamo tradotta la regola albateniana per passare dalle coordinate eclittiche alle coordinate equatoriali. Le dette equazioni si sarebbero scritte sotto la forma

$$\left. \begin{aligned} \frac{\sin (\beta - \beta_q)}{\sin (90^\circ - \beta_q)} &= \frac{\sin \delta}{\cos \varepsilon} \\ \sin \lambda &= \tan \beta_q \cot \varepsilon \end{aligned} \right\} \quad [2]$$

dove β_q è la latitudine del punto dell'equatore che ha la stessa longitudine della stella. Dalla prima equazione del gruppo [2] si sarebbe ricavato il valore di β_q , e quindi la seconda avrebbe fornito il valore di λ .

Si noti che la differenza degli archi $\beta - \beta_q$ e $90^\circ - \beta_q$ è eguale a $90^\circ - \beta$ e quindi è nota. Con la prima equazione del gruppo [2] è dato dunque il rapporto dei seni di due archi la cui differenza è nota. Il metodo per determinare gli archi in questo caso era già stato insegnato da Tolomeo nel capitolo 13^{mo} del libro I della sua *Sintassi Matematica*. Anzi nel detto capitolo, il quale contiene i *prolambanomeni* alle dimostrazioni sferiche, Tolomeo insegna a risolvere anche il problema analogo di trovare due archi di cui sia nota la somma e dei quali sia dato il rapporto dei seni. Le soluzioni date da Tolomeo per questi problemi sono nello stesso tempo grafiche ed analitiche, e vengono, con brevi parole, riferite anche nel libro I dell'*Almagesti parvum*, che abbiamo più volte rammentato in queste note; il che significa che i detti problemi erano familiarissimi agli astronomi medioevali.

15. Regola di Tolomeo per trovare due archi di cui sia data o la somma o la differenza e sia dato anche il rapporto dei seni.

— Vogliamo tradurre in formole, secondo l'uso moderno, le soluzioni date da Tolomeo per i problemi ora accennati, anche per mostrare qual grado di perfezione avesse raggiunto l'astronomia sferica fin dal secondo secolo dell'era volgare.

Siano i due archi $x - y$ ed $x + y$, la cui somma è $2x$ e la cui differenza è $2y$; di questi archi sia dato il rapporto dei seni, che indichiamo con r , cioè sia

$$\frac{\sin(x - y)}{\sin(x + y)} = r. \quad [3]$$

Se dei due archi è nota la semisomma x , basterà determinare la semidifferenza y per avere gli archi medesimi; e se è nota la semidifferenza y , basterà determinare la semisomma x .

Quando è nota la semisomma x , Tolomeo si costruisce il valore

$$m = \frac{1 - r}{1 + r} \sin x, \quad [4]$$

indi ottiene y dall'equazione

$$\sin y = \frac{m}{\sqrt{m^2 + \cos^2 x}} \quad [5]$$

Quando è data la semidifferenza y , Tolomeo si costruisce il valore

$$n = \frac{1+r}{1-r} \sin y, \quad [6]$$

indi ottiene x dalla formola

$$\sin x = \frac{n}{\sqrt{n^2 + \cos^2 y}} \quad [7]$$

Tolomeo ci dà anche i significati geometrici delle quantità m ed n . La quantità m è la differenza tra la metà della corda dell'arco $2x$ ed il segmento minore della corda medesima divisa internamente nel rapporto r ; la quantità n è la somma della metà della corda dell'arco $2y$ e del segmento minore della corda stessa divisa esternamente nel rapporto r .

Le medesime formole, ottenute da Tolomeo per via geometrica, si sarebbero da lui potuto ottenere con gli sviluppi di $\sin(x - y)$ e $\sin(x + y)$. Dall'equazione [3] si sarebbe ottenuto.

$$(1 - r) \sin x \cos y = (1 + r) \cos x \sin y. \quad [8]$$

Gli astronomi medioevali che avessero fatto uso delle tangenti, avrebbero da questa formola dedotto l'equazione

$$(1 - r) \tan x = (1 + r) \tan y, \quad [9]$$

la quale avrebbe nello stesso tempo fornito y quando fosse data la x , ed avrebbe fornita la x quando fosse data la y .

Dalla [8] si ricava

$$\sin x = \frac{(1 + r) \sin y}{\sqrt{(1 + r)^2 \sin^2 y + (1 - r)^2 \cos^2 y}}, \quad [10]$$

la quale formola raccoglie in sè le due equazioni [6] e [7], con le quali abbiamo espressa la regola di Tolomeo.

Similmente dalla [8] si ha

$$\sin y = \frac{(1 - r) \sin x}{\sqrt{(1 - r)^2 \sin^2 x + (1 + r)^2 \cos^2 x}}, \quad [11]$$

la quale raccoglie in sè le due equazioni [4] e [5] della regola di Tolomeo.

Le soluzioni grafiche che, per i due problemi, risultano dalle regole di Tolomeo, sono estremamente semplici.

Quando è dato l'arco che rappresenta la somma dei due archi richiesti, basterà tirare la corda dell'arco somma, dividere essa corda internamente nel dato rapporto, secondo il quale stanno i seni degli archi richiesti, e congiungere il punto di divisione col centro: tale congiungente segnerà l'arco somma nelle due parti volute. Quando, invece, è dato l'arco differenza di due archi richiesti, basterà tirare la corda dell'arco differenza, dividere questa corda esternamente nel dato rapporto, e congiungere il punto di divisione col centro, segnando il punto in cui la congiungente incontra la circonferenza: gli archi compresi tra questo punto e gli estremi dell'arco differenza, saranno gli archi richiesti.

Più semplicemente, i due problemi si possono ridurre ad uno solo, enunciato così: dividere, internamente o esternamente, un arco in due parti tali che i loro seni stiano in un dato rapporto. Per Tolomeo la soluzione è immediata conseguenza del seguente lemma: qualunque retta condotta dal centro ad incontrare un arco e la sua corda, divide, internamente o esternamente, l'arco in parti i cui seni stanno tra loro come le parti in cui risulta divisa la corda. Questo lemma serve a Tolomeo per trasportare dal piano alla sfera il teorema di Menelao, e il solo e semplicissimo teorema di Menelao gli basta a risolvere quasi tutti i problemi di Astronomia sferica (¹).

16. **Ulteriori trasformazioni.** — Per adattare meglio al calcolo coi logaritmi la prima equazione del gruppo [2], noi la trasformeremo in

$$\tan(45^\circ + \frac{1}{2}\beta - \beta_q) = \frac{\tan(45^\circ - \frac{1}{2}\beta) \tan(45^\circ + \frac{1}{2}\delta - \frac{1}{2}\epsilon)}{\cot(45^\circ + \frac{1}{2}\delta + \frac{1}{2}\epsilon)}, \quad [12]$$

la quale formola fornisce direttamente l'incognita β_q per mezzo di una tangente, e quindi la dà in ogni caso con sufficiente sicurezza.

La seconda equazione del gruppo [2] che fornisce la longitudine λ per mezzo del suo seno, è soggetta a una grande incertezza nei casi in cui β_q risulta in valore assoluto molto vicino ad ϵ ; ma essa può essere trasformata in

$$\tan^2(45^\circ - \frac{1}{2}\lambda) = \sin(\epsilon - \beta_q) \operatorname{cosec}(\epsilon + \beta_q), \quad [13]$$

la quale in ogni caso fornisce λ con sufficiente sicurezza.

(1) Cfr. CLAUDI PTOLEMAEI, *Opera quae extant omnia*, volumen I. — *Sintaxi mathematica*. — Edidit J. L. HEIBERG. Pars I. Lipsiae. MDCCCLXXXVIII, pp. 71-73

La seconda equazione del gruppo [2] e l'equazione [13] che ad essa si può sostituire, danno per λ due valori, la cui somma è 180° ovvero 540° . Così doveva accadere, perchè i punti della sfera celeste che hanno una data latitudine e una data declinazione, sono effettivamente due, e sono simmetricamente situati rispetto al coluro dei solstizi. Per dirimere l'ambiguità, occorre conoscere se la stella si trovi nell'uno o nell'altro dei due emisferi separati dal coluro dei solstizi, e basterà a tale scopo conoscere se la declinazione della stella sia crescente o decrescente.

17. Metodo grafico per dedurre la longitudine di una stella dalla sua latitudine e dalla sua declinazione. — Alla risoluzione del problema di determinare la longitudine di una stella di cui siano date la latitudine e la declinazione, si presta in modo elegantissimo un metodo grafico interamente analogo a quello che nel paragrafo 20 della nota precedente ci è servito per passare dalle coordinate eclittiche alle equatoriali.

Immaginiamo proiettato (fig. 1) sul piano del coluro dei solstizi l'emisfero celeste sul quale si trova la stella. Il cerchio ZPC , di centro O , sia la proiezione del coluro dei solstizi, sul quale Z e Z' rappresentino il polo boreale e il polo australe dell'eclittica, P e P' il polo boreale e il polo australe dell'equatore, essendo gli archi ZP e $Z'P'$ eguali all'obliquità dell'eclittica. Il diametro $CO C'$ perpendicolare a ZZ' , sarà la proiezione dell'eclittica e il diametro $QO Q'$ perpendicolare a PP' sarà la proiezione dell'equatore.

Nella nostra figura supponiamo rappresentato l'emisfero celeste i cui punti hanno le longitudini e le ascensioni rette comprese tra 90° e 270° ; quindi intendiamo che C rappresenti il primo punto di Cancro, C' il primo punto di Capricorno e che le longitudini crescano nel senso $CO C'$.

Ciò posto, a partire dal punto C , verso Z o verso Z' si tagli l'arco CL eguale alla data latitudine, boreale o australe della stella, e per il punto L si conduca parallelamente a CC' la corda LL' la quale resterà bisecata in M dalla ZZ' . Similmente, a partire dal punto Q , verso P o verso P' , si tagli l'arco QD eguale alla data declinazione, boreale o australe della stella, e per il punto D si conduca parallelamente a QQ' la corda DD' , la quale resterà bisecata in N dalla PP' . Il punto A nel quale si segano le due corde LL' e DD' , sarà la proiezione della stella sul piano del coluro dei solstizi.

Ora, sulla corda LL' , presa come diametro, si descriva il semicerchio, e dal punto A si innalzi alla LL' la perpendicolare, e si segni il punto A_1

in cui questa perpendicolare incontra il semicerchio. Condotta la retta MA_1 , l'angolo $LM A_1$ rappresenterà la longitudine richiesta, contata a partire dal primo punto di Cancro.

18. **Metodo meccanico per risolvere lo stesso problema.** — Lo stesso problema si sarebbe facilmente risoluto con uno dei globi celesti

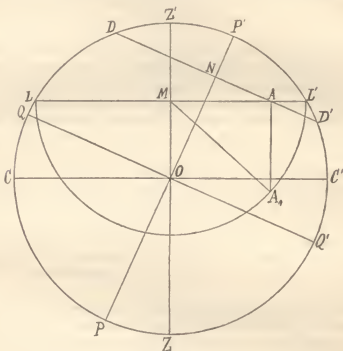


fig. 1

accennati nella nota precedente ed in uso presso gli astronomi antichi e medioevali.

Fissata sull'armilla meridiana una punta in corrispondenza del grado di declinazione della stella, e facendo rotare il globo attorno ai poli dell'equatore, si poteva disegnare il parallelo di declinazione sul quale doveva trovarsi la stella. Similmente, imperniato il globo per i poli dell'eclittica e fissata sull'armilla meridiana una punta in corrispondenza del grado di latitudine della stella, si sarebbe disegnato il parallelo di

latitudine sul quale doveva trovarsi la stella. Il parallelo di latitudine e quello di declinazione, nei casi in cui il problema è possibile, si sarebbero segati in due punti, che avrebbero dinotato i due luoghi nei quali poteva trovarsi la stella. Riconosciuto, col criterio precedentemente indicato, il punto d'intersezione confacente col problema proposto, e tenendo sempre imperniato il globo per i poli dell'eclittica, si sarebbe portato il detto punto sotto l'armilla meridiana: il grado di eclittica corrispondente sotto l'armilla meridiana avrebbe indicato la longitudine della stella.

Coi globi moderni, fatti solamente ad uso dimostrativo, i quali non si possono imperniare per i poli dell'eclittica, si potrebbe con facili ripieghi risolvere il problema con grossolana approssimazione.

19. Epoca in cui il gruppo delle quattro stelle del Centauro si sarebbe reso occulto alla latitudine boreale di 45°. — Abbiamo detto nel N. 6 che il punto centrale del gruppo delle quattro stelle dei piedi posteriori del Centauro alla latitudine boreale di 30° era tuttora visibile all'epoca del viaggio dantesco. Quelli adunque che sostengono questa interpretazione dovrebbero collocare la prima gente ad una latitudine più boreale, per esempio alla latitudine di 45°, ed allora si potrebbe indagare quanto tempo dopo la creazione quel gruppo si rendeva occulto alla detta latitudine.

Il punto centrale del gruppo delle quattro stelle del Centauro si rendeva occulto alla latitudine boreale di 45° quando raggiungeva la declinazione australe di 45°. Se determiniamo quale era allora la sua longitudine celeste e ne facciamo la differenza con quella ottenuta per l'epoca della creazione, otterremo il tempo decorso dall'una epoca all'altra, ragguagliando ad un secolo ogni grado di detta differenza.

Riflettendo che la latitudine celeste del detto punto, secondo le idee degli astronomi medioevali, si sarebbe mantenuta sempre eguale a — 50° 18', ed assumendo 23° 30' come valore invariabile dell'obliquità dell'eclittica, calcoleremo la longitudine corrispondente alla declinazione di — 45° con la precedente formola [1].

Abbiamo

$$\begin{aligned} \beta &= -50^{\circ} 18' \\ \alpha &= 23 \quad 30 \\ \delta &= -45 \quad 0 \\ \beta + \alpha - \delta &= 18 \quad 12 \\ \frac{1}{2} (\beta + \alpha - \delta) &= 9 \quad 6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta &= -45^{\circ} \quad 0' \\ \alpha &= 23 \quad 30 \\ \beta &= -50 \quad 18 \\ \delta + \alpha - \beta &= 28 \quad 48 \\ \frac{1}{2} (\delta + \alpha - \beta) &= 14 \quad 24 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \beta & = & -50^{\circ} 18' \\
 \delta & = & -45 \quad 0 \\
 \varepsilon & = & 23 \quad 30 \\
 \beta + \delta - \varepsilon & = & -118 \quad 48 \\
 \frac{1}{2}(\beta + \delta - \varepsilon) & = & -59 \quad 24 \\
 \beta & = & -50^{\circ} 18' \\
 \delta & = & -45 \quad 0 \\
 \varepsilon & = & 23 \quad 30 \\
 \beta + \delta + \varepsilon & = & -71 \quad 48 \\
 \frac{1}{2}(\beta + \delta + \varepsilon) & = & -35 \quad 54 \\
 \log \sin \frac{1}{2}(\beta + \varepsilon - \delta) & = & 9,19909 - 10 \\
 \log \operatorname{cosec} \frac{1}{2}(\delta + \varepsilon) & = & 0,60434 \\
 \log \sec \frac{1}{2}(\beta + \delta - \varepsilon) & = & 0,29325 \\
 \log \cos \frac{1}{2}(\beta + \delta + \varepsilon) & = & 9,90851 - 10 \\
 \log \tan^2 (45^{\circ} - \frac{1}{2}\lambda) & = & 0,00519 \\
 \log \tan (45^{\circ} - \frac{1}{2}\lambda) & = & 0,00260_n \\
 45^{\circ} - \frac{1}{2}\lambda & = & -45^{\circ} 10' 17'' \\
 \lambda & = & 180 \quad 20 \quad 34
 \end{array}$$

Applicando, per conferma di calcolo il gruppo delle formole [2], dopo d'aver sostituito l'equazione [12] alla prima formola del gruppo, si ha:

$$\begin{array}{rcl}
 \frac{1}{2}\beta & = & -25^{\circ} \quad 9' \\
 45^{\circ} + \frac{1}{2}\beta & = & 19 \quad 51 \\
 45 - \frac{1}{2}\beta & = & 70 \quad 9 \\
 \frac{1}{2}\delta & = & -22^{\circ} 30' \\
 \frac{1}{2}\varepsilon & = & 11 \quad 45 \\
 45^{\circ} + \frac{1}{2}\delta - \frac{1}{2}\varepsilon & = & 10 \quad 45 \\
 45^{\circ} + \frac{1}{2}\delta + \frac{1}{2}\varepsilon & = & 34^{\circ} 15' \\
 \log \tan (45^{\circ} - \frac{1}{2}\beta) & = & 0,44248 \\
 \log \tan (45 + \frac{1}{2}\delta - \frac{1}{2}\varepsilon) & = & 9,27842 - 10 \\
 \log \tan (45 + \frac{1}{2}\delta + \frac{1}{2}\varepsilon) & = & 9,83307 - 10 \\
 \log \tan (45 + \frac{1}{2}\beta - \beta_q) & = & 9,55397 \\
 45^{\circ} + \frac{1}{2}\beta - \beta_q & = & 19^{\circ} 42' 3'' \\
 45^{\circ} - \frac{1}{2}\beta & = & 19 \quad 51 \\
 \beta_q & = & 0 \quad 8 \quad 57 \\
 \log \tan \beta_q & = & 7,41555 - 10 \\
 \log \cot \varepsilon & = & 0,36170 \\
 \log \sin \lambda & = & 7,77725_n - 10 \\
 \lambda & = & 180^{\circ} 20' 35''
 \end{array}$$

Come abbiamo detto precedentemente, oltre al valore di λ qui riferito, dalla formola ne scaturirebbe un altro, che sarebbe eguale a 540° meno il valore precedente, ossia sarebbe eguale a $359^{\circ} 39' 25''$. Il precedente valore è stato scelto col criterio che il valore della declinazione della stella deve essere decrescente, per corrispondere al caso in cui alla latitudine boreale di 45° la stella dall'essere visibile passa all'essere sempre occulta. Ora si vede chiaro che la declinazione di una stella, per effetto del moto del cielo stellato, decresce quando si trova nell'emisfero che rispetto al coluro dei solstizi sta dalla parte del primo punto di Libra, e cresce quando si trova nell'altro emisfero che sta dalla parte del primo punto di Ariete: i valori massimi e minimo della declinazione della stella vengono raggiunti quando essa attraversa il coluro dei solstizi dalla parte del primo punto di Cancro e da quella del primo

punto di Capricorno, e tali valori risultano eguali a $\beta + \epsilon$ e $\beta - \epsilon$. Nel nostro caso il punto centrale del gruppo delle quattro stelle in esame, ha la declinazione massima di $-50^{\circ} 18' + 23^{\circ} 30' = -26^{\circ} 48'$ quando attraversa il coluro dei solstizi dalla parte del primo punto di Cancro;

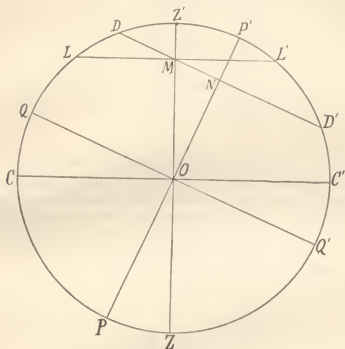


fig. 2.

ed ha la declinazione minima di $-50^{\circ} 18' - 23^{\circ} 30' = -73^{\circ} 48'$ quando attraversa il coluro dei solstizi dalla parte del primo punto di Capricorno; e passa dal primo valore al secondo, decrescendo, per l'emisfero che sta dalla parte del primo punto di Libra.

Nella fig. 2 qui sopra disegnata, seguendo il metodo spiegato nel N. 17, abbiamo graficamente risoluto lo stesso problema, tagliando a partire dal punto C verso Z' l'arco CL eguale a 50° , che è la latitudine australe del punto arrotondata nel mezzo grado, e tagliando a partire dal punto Q verso P' l'arco QD eguale a 45° che è la declinazione australe che il punto deve raggiungere. Le due corde LL' e DD' si

segano nel punto M nel quale la $L L'$ è bisecata dalla $Z Z'$. Ciò mostra che la longitudine del punto, contata a partire dal primo punto di Cancro, dal disegno risulta di 90° ; quindi la longitudine contata dal primo punto di Ariete risulta di 180° , il quale valore grossolanamente concorda con quelli ottenuti dai due calcoli precedenti.

Abbiamo dunque ottenuto che il punto centrale del gruppo delle quattro stelle del Centauro per i luoghi della terra situati alla latitudine boreale di 45° , si sarebbe reso sempre occulto nel suo moto diurno quando la sua longitudine avesse raggiunto il valore di $180^\circ 20'$, ossia un valore superiore per $40^\circ 30'$ a quello che aveva all'epoca della creazione. Sarebbero dunque dovuti passare 40 secoli e mezzo dopo la creazione, il che, giusta le idee dantesche, ci porterebbe verso l'anno 1150 avanti Cristo.

20. Epoca in cui la costellazione dell'Ara si sarebbe resa occulta alla latitudine boreale di 45° . — Passiamo analogamente a determinare quale doveva essere la longitudine del punto centrale della costellazione dell'Ara quando esso raggiungeva la declinazione australe di 45° e di conseguenza si rendeva sempre occulto nel suo moto diurno per i luoghi della terra situati alla latitudine boreale di 45° . Per determinare il valore della longitudine corrispondente a tale epoca, adoperando la formola [1], si ha :

$$\begin{array}{ll}
 \beta = -29^\circ 34' & \delta = -45^\circ 0' \\
 s = 23 30 & s = 23 30 \\
 \delta = -45 0 & \beta = -29 34 \\
 \beta + s - \delta = 38 56 & \delta + s - \beta = 8 4 \\
 \frac{1}{2}(\beta + s - \delta) = 19 28 & \frac{1}{2}(\delta + s - \beta) = 4 2 \\
 \\
 \beta = -29^\circ 34' & \beta = -29^\circ 34' \\
 \delta = -45 0 & \delta = -45 0 \\
 s = 23 30 & s = 23 30 \\
 \beta + \delta - s = -98 4 & \beta + \delta + s = -51 4 \\
 \frac{1}{2}(\beta + \delta - s) = -49 2 & \frac{1}{2}(\beta + \delta + s) = -25 32 \\
 \\
 \log \sin \frac{1}{2}(\beta + s - \delta) = 9,52278 - 10 & \\
 \log \operatorname{cosec} \frac{1}{2}(\delta + s - \beta) = 1,15282 & \\
 \log \sec \frac{1}{2}(\beta + \delta - s) = 0,18335 & \\
 \log \cos \frac{1}{2}(\beta + \delta + s) = 9,95537 - 10 & \\
 \log \tan^2 (45^\circ - \frac{1}{2}\lambda) = 0,81432 & \\
 \log \tan (45 - \frac{1}{2}\lambda) = 0,40716_n & \\
 45^\circ - \frac{1}{2}\lambda = -68^\circ 36' 53'' & \\
 \lambda = 227 13 46 &
 \end{array}$$

Applicando le formole del gruppo [2] dopo aver sostituito l'equazione [12] alla prima formola del gruppo, abbiamo:

$$\begin{aligned}
& \frac{1}{2} \beta = -14^{\circ} 47' \\
45^{\circ} + \frac{1}{2} \beta &= 30 \ 13 \\
45 - \frac{1}{2} \beta &= 59 \ 47 \\
& 45^{\circ} + \frac{1}{2} \delta + \frac{1}{2} \epsilon = 34^{\circ} 15' \\
& \frac{1}{2} \delta = -22^{\circ} 30' \\
& \frac{1}{2} \epsilon = 11 \ 45 \\
& \frac{1}{2} \epsilon = 10 \ 45 \\
& \log \tan (45^{\circ} - \frac{1}{2} \beta) = 0,23478 \\
\log \tan (45^{\circ} + \frac{1}{2} \delta - \frac{1}{2} \epsilon) &= 9,27842 - 10 \\
\log \tan (45 + \frac{1}{2} \delta + \frac{1}{2} \epsilon) &= 9,83307 - 10 \\
\log \tan (45 + \frac{1}{2} \beta - \beta_q) &= 9,34627 - 10 \\
45^{\circ} + \frac{1}{2} \beta - \beta_q &= 12^{\circ} 30' 52'' \\
45^{\circ} + \frac{1}{2} \beta &= 30 \ 13 \\
\beta_q &= 17 \ 42 \ 8 \\
\log \tan \beta_q &= 9,50404 - 10 \\
\log \cot \epsilon &= 0,36170 \\
\log \sin \lambda &= 9,86574_n - 10 \\
\lambda &= 227^{\circ} 13' 49''.
\end{aligned}$$

Anche qui dalle formole si ricaverebbe per λ l'altro valore $322^{\circ} 46' 14''$, il quale sommato col precedente dà 540° . La nostra scelta è stata guidata dal criterio esposto innanzi, cioè che il punto si debba trovare rispetto al coluro dei solstizi dalla parte del primo punto di Libra, perchè in questo emisfero, per effetto del lento moto del cielo stellato, le declinazioni delle stelle vanno decrescendo, e quindi le stelle per luoghi situati a certe latitudini possono diventare sempre occulte.

La fig. 1, che nel N. 17 ci è servita per la spiegazione del metodo grafico, è stata costruita coi dati relativi a questo caso, perchè l'arco CL è stato tagliato verso Z' eguale a $29^{\circ} 30'$, che è la latitudine australe del punto arrotondata al mezzo grado, e l'arco QD è stato tagliato verso P' eguale a 45° , che è la data declinazione australe a cui il punto deve giungere. L'angolo $LM A_1$ si trova eguale a 137° , che sarebbe la longitudine del punto centrale della costellazione contata a partire dal primo punto di Cancro.

Abbiamo dunque ottenuto che il punto centrale della costellazione dell'Ara per i luoghi della terra situati a 45° di latitudine boreale si sarebbe reso sempre occulto quando la sua longitudine avesse raggiunto il valore di $227^{\circ} 14'$ ossia un valore superiore per $45^{\circ} 3'$ a quello che aveva all'epoca della creazione. Sarebbero quindi dovuti passare ben 45 secoli dopo la creazione, il che ci porterebbe verso l'anno 700 avanti Cristo.

21. Riepilogo delle considerazioni sulle due interpretazioni precedenti. — Raccogliamo le sparse fila di questa lunga discussione sulle due interpretazioni che hanno ricercato le quattro chiare stelle e le tre

facelle dantesche tra le 1022 stelle note agli antichi e registrate nel catalogo di Tolomeo.

L'interpretazione che Dante nelle quattro stelle vedute al mattino dalla spiaggia del Purgatorio avesse voluto indicare le quattro stelle più cospicue della Croce del Sud, proposta fin dall'anno 1500 è stata accolta da naturalisti ed astronomi e sostenuta dalla maggior parte dei dantisti senza opposizione per la parte scientifica fino a pochi anni sono. Con questa interpretazione si è accoppiata l'altra che ha ricercato le tre facelle vedute la sera nella *plaga* celeste situata presso a poco alla stessa declinazione della Croce del Sud, ma distante in ascensione retta per circa 12 ore. Ed in tutte le interpretazioni delle tre facelle è stata accolta in primo luogo la stella di prima grandezza *Achernar* o α Eridani.

Quanto alla giustezza di tali identificazioni, abbiamo già osservato al paragrafo 9 della Nota precedente che la stella γ Crucis, costituente la testa della Croce, non si trova registrata nel catalogo di Tolomeo. Parimenti, al paragrafo 32 della stessa Nota, abbiamo notato che la stella *Achernar* neanche si trova nel catalogo di Tolomeo, anzi non era visibile alla latitudine di Alessandria. Nè si può supporre che Dante trovasse registrate in altri cataloghi, o disegnate su globi celesti, queste due stelle. Abbiamo già detto che fino al secolo xvi gli astronomi non solo non s'impegnarono nella formazione di nuovi cataloghi di stelle, ma non riosservarono neanche tutte le stelle di prima grandezza, contentandosi di trasportare ad altre epoche le posizioni date da Tolomeo. Inoltre, Dante non ammetteva che si dovesse alterare quel numero delle 1022 stelle, osservate dai savi d'Egitto, al quale attribuì un'importanza cosmica.

Alla mancanza della stella γ Crucis noi abbiamo rimediato sostituendo alla costellazione della Croce il gruppo delle quattro stelle più cospicue assegnate da Tolomeo ai piedi posteriori del Centauro, le quali suppergiù occupano la stessa *plaga* celeste. Più difficile riuscirebbe forse agli interpreti che volessero continuare a sostenere queste spiegazioni, rimediare alla mancanza della stella *Achernar*.

La difficoltà più grave a cui va tuttavia soggetto questo gruppo di quattro stelle, si è che invece di trovarsi presso il meridiano, alla culminazione superiore nel mattino, e basso, alla culminazione inferiore la sera, si trovava il mattino ad ovest ad un angolo orario non minore di 78° , e la sera ad est ad un angolo orario non minore di 288° ; e quindi la sera si sarebbe trovato più alto dall'orizzonte che non al mattino. Pare che di questa difficoltà si accorgesse l'Antonelli. Il Rizzacasa la mise bene in evidenza nello studio da noi citato nella Nota precedente. Qua-

lunquo gruppo di stelle si potesse trovare per le tre facelle alla stessa declinazione e a 12 ore di distanza in ascensione retta, andrebbe soggetto alla medesima difficoltà: cioè, che la sera si troverebbe ad ovest, in discesa e più basso del gruppo delle quattro stelle (cfr. paragrafi 31 e 32 della Nota precedente).

Coloro che, accettando le precedenti spiegazioni, hanno inteso per *prima gente* i primi abitatori dei luoghi terrestri situati alla latitudine boreale di 30°, vanno incontro ad un'altra difficoltà, cioè che gli abitatori di quei luoghi anche ai tempi di Dante continuavano a vedere il gruppo delle quattro stelle. Il Conte di S^t. Robert, nella memoria presentata all'Accademia delle Scienze di Torino nel 1866, pare che si accorgesse di questo inconveniente, e vi rimediasse proponendo di intendere per *prima gente* i primi abitatori dei luoghi terrestri situati alla latitudine boreale di 45°. Noi abbiamo trovato al paragrafo 19 che a questi abitatori il punto centrale del gruppo delle quattro stelle dei piedi posteriori del Centauro si sarebbe reso sempre occulto verso l'anno 1150 avanti Cristo, cioè 40 secoli e mezzo dopo la creazione.

22. Continuazione. — Agli astronomi che si occuparono scientificamente delle quattro stelle e delle tre facelle dantesche, non a torto il Rizzacasa rimproverò « di aver ciecamente seguito l'impressione che della viva luce delle stelle dei piedi posteriori del Centauro ricevettero i primi esploratori de' mari australi », e di non aver neanche consultato un globo celeste per verificare se quelle stelle corrispondessero alle posizioni indicate dal poeta. Il globo celeste, situato col polo australe alto per 32° dall'orizzonte, e col grado 255 di ascensione retta sotto il meridiano, giusta le condizioni di luogo e di tempo indicate dal poeta, additò al Rizzacasa il vero aspetto del cielo, quale si poteva osservare dalla spiaggia del Purgatorio in quell'ora mattutina, in cui Dante vi uscì dal pertugio tondo. La Croce del Sud si trovava lontana dal meridiano nell'emisfero occidentale, quasi a mezzo il suo corso di discesa; quindi essa, alla sera, dopo circa 14 ore, doveva trovarsi nell'emisfero orientale, più che a mezzo del suo corso di salita, e perciò più alta che non era il mattino. Tanto basta a scartare l'interpretazione della Croce del Sud, o di un gruppo qualsivoglia di stelle scelte dai piedi posteriori della costellazione del Centauro. Presso il meridiano, alla culminazione superiore, trovavasi invece la costellazione dell'Ara. Il Rizzacasa accenna anche alle posizioni che dovevano avere in quel mattino nel Purgatorio altre costellazioni ed altre stelle. Ci basti rilevare che la stella α *Argus*

o *Canopo*, la più splendida dopo Sirio, era quasi sull'orizzonte occidentale, prossima al tramonto. La scelta della costellazione dell'Ara, additata dalla sua posizione nel cielo, è favorita anche dalla sua importanza mitologica.

Il Rizzacasa è stato il primo che abbia riscontrate dal catalogo di Tolomeo le posizioni delle stelle da servire alla interpretazione dantesca, ed ha cercato spiegare con una dimostrazione geometrica come le stelle dell'Ara fossero visibili alla latitudine geografica boreale di 45° nell'epoca della creazione, e diventassero poscia occulte dopo qualche tempo a quella medesima latitudine. Egli ha messo sè e noi sulla buona strada, della qual cosa gli siamo sommamente grati. Noi abbiamo precedentemente mostrato in qual guisa l'interpretazione dell'Ara risponda alle altre condizioni accennate dal poeta.

23. Modificazione all'interpretazione del Rizzacasa. — Io ho un'altra ragione particolare di gratitudine per il Rizzacasa. Egli mi ha fatto l'alto onore di associare il mio nome a quello del mio carissimo Francesco d'Ovidio, per dedicare ad entrambi l'opuscolo più volte citato in queste Note. E ce l'ha dedicato come attestato di affetto, scusandosi di non potere accogliere in alcune parti le nostre opinioni nelle questioni dantesche. Bella è questa deferenza amichevole non disgiunta dalla piena indipendenza delle opinioni! E con questi medesimi sentimenti mi voglio qui permettere di modificare alcun poco l'interpretazione del Rizzacasa per acconciarne un'altra, che presento al giudizio del lettore.

Dalla costellazione dell'Ara io vorrei escludere le tre stelle della base, dal Rizzacasa identificate con le tre facelle osservate la sera. Vorrei ritenere soltanto le quattro stelle delle fiamme, identificandole, in accordo col Rizzacasa, con le quattro stelle vedute il mattino; e le tre facelle della sera vorrei ricercarle (imitando in questo i sostenitori della Croce del Sud) nella plaga celeste situata quasi alla stessa declinazione anstrale delle fiamme dell'Ara, ma precedente in ascensione retta per circa 10 ore, nella regione cioè che avrebbe culminato superiormente alla sera, quando le fiamme dell'Ara, già sorte, si erano di poco sollevate dall'orizzonte. Rinunzierei così all'ipotesi, a me sempre poco gradita, di uno sbaglio dalla parte del poeta, il quale, secondo il Rizzacasa, avrebbe dovuto immaginare la costellazione all'inverso, cioè con le fiamme verso l'equatore anzichè verso il polo. E ritenendo le stelle delle fiamme nella loro giusta posizione, cioè a una declinazione australe maggiore di quella delle stelle della base dell'Ara, si guadagnano anche due altre cose: la prima, che

alla sera quelle stelle saranno, in ogni ipotesi, sicuramente sorte dall'orizzonte; la seconda, che alla latitudine di 45° quelle stelle sarebbero divenute invisibili anche prima che fossero decorsi dalla creazione i 45 secoli che abbiamo trovato essere necessari per il punto centrale della costellazione.

Ma ci sono effettivamente nella regione celeste, quasi opposta alla costellazione dell'Ara, le tre facelle che ci fanno bisogno? Ci sono: e ce li ha additate il Rizzacasa medesimo. La stella α *Argus* detta *Canopo*, la più splendida dopo *Sirio*, che, come dice il Rizzacasa, nell'ora matutina era giunta « a filo dell'orizzonte » tramontando, si trovava presso a poco alla stessa declinazione australe delle fiamme dell'Ara e le precedeva per circa 10 ore in ascensione retta. Nè sarà difficile trovare due stelle compagne di *Canopo*, benchè di minor grandezza. *Canopo* è la 44^a stella della costellazione dell'Argo nel catalogo di Tolomeo, ed è designata come la precedente delle due che sono nel secondo remo o timone; essa è seguita a breve distanza da una stella di terza grandezza che trovasi nello stesso remo e nel catalogo è la 45^a della costellazione. Nel primo remo o timone si trova un'altra stella di terza grandezza registrata nel catalogo come la 43^a, e questa potrebbe essere l'altra compagna di *Canopo*. Queste due stelle sono notate da Tolomeo di grandezza *terza magna*, e quindi sarebbero veramente da classificare tra la seconda e la terza grandezza. La prima di queste stelle scelte come compagne di *Canopo*, cioè quella che trovasi nello stesso remo o timone, si identifica con la stella τ *Puppis*, e nel catalogo delle 519 stelle riportato nelle *Stern tafeln* del Neugebauer (Lipsia 1912) porta il numero 152; la seconda stella, cioè quella situata nell'altro remo o timone si identifica con la stella ν *Puppis*, e nel citato catalogo porta il numero 145.

Il lettore certamente non desidera che io sviluppi questa interpretazione modificata con la stessa ampiezza data alle interpretazioni precedenti. Basterà semplicemente accennare i dati di partenza e i risultati finali a cui si giunge: il lettore potrà da sè rifare il cammino, seguendo i metodi precedenti.

24. Continuazione. — Le stelle delle fiamme dell'Ara sono le prime quattro degli specchietti riferiti nel paragrafo 10 della Nota precedente. La più splendida tra esse è la terza dei citati specchietti, la quale attualmente è dinotata con la lettera β ed è assegnata alla grandezza 2,7.

Ecco ora le posizioni, ordinate per longitudini, delle ultime tre stelle registrate da Tolomeo nella costellazione dell'Argo, che proponiamo di indentificare con le tre facelle.

**Posizioni delle ultime tre stelle dell'Argo nel catalogo di Tolomeo
per l'anno 187-188 dell'era volgare.**

N. della stella	Longitudine	Latitudine	Grandezza
1	Gemelli 17° 1/6 = 77° 10'	— 75° — = 75° 0'	1
2	Gemelli 20 1/6 = 80 10	— 65 2/3 — = 65 40	3 m
3	Gemelli 29 = 89 0	— 71 1/2 1/4 = 71 45	3 m

Per avere le posizioni che queste stelle occupavano all'epoca del viaggio, secondo quello che abbiamo stabilito nel paragrafo 7 della seconda Nota, aggiungeremo alle precedenti longitudini 11 gradi e 38 primi, lasciando immutate le latitudini. Sarà inutile dedurre le posizioni per l'epoca della creazione, perchè delle tre facelle il poeta non dice nulla riguardo alla loro visibilità da parte della prima gente. Abbiamo dunque le seguenti:

**Posizioni delle ultime tre stelle dell'Argo dal catalogo di Tolomeo
per l'epoca del viaggio.**

N. della stella	Longitudine	Latitudine	Grandezza
1	$88^{\circ} 48'$	$- 75^{\circ} 0'$	1
2	91 48	$- 65 40$	3 m
3	100 38	$- 71 45$	3 m

Invece di condurre innanzi le singole stelle, ovvero di riferirci, come abbiamo fatto precedentemente, ai punti centrali dei due nuovi gruppi, possiamo limitarci alla stella β *Arae* e a *Canopo*: ciascuna di queste due stelle è nel proprio gruppo la più splendida e la più australe in latitudine.

La stella β *Arae* all'epoca del viaggio aveva la longitudine di $246^{\circ} 38'$ e la latitudine di $- 33^{\circ} 20'$. Con le formole che servono per passare dalle coordinate eclittiche alle equatoriali, si ricava che all'epoca del viaggio la detta stella aveva

$$\begin{aligned} \text{l'ascensione retta} &= 235^{\circ} 37' \\ \text{la declinazione} &= - 5\frac{1}{2} 4. \end{aligned}$$

La stella α *Argus* o *Canopo* all'epoca del viaggio aveva la longitudine eguale a $88^{\circ} 48'$ e la latitudine eguale a $- 75^{\circ} 0'$, a cui, fatte le stesse trasformazioni, corrisponde:

$$\begin{aligned} \text{l'ascensione retta} &= 89^{\circ} 30' \\ \text{la declinazione} &= - 51 30. \end{aligned}$$

Abbiamo dunque tra le declinazioni delle due stelle una differenza di appena 2 gradi e 34 primi. La stella α *Argus* o *Canopo* precede in

ascensione retta la β *Arae* di 146 gradi e 7 primi, ossia di circa 9 ore e 45 minuti. La stella *Canopo* dunque raggiunge un determinato angolo orario 9 ore e tre quarti prima della stella β *Arae*, e ritorna allo stesso angolo orario 14 ore ed un quarto dopo di β *Arae*: in particolare, *Canopo* passa per il meridiano superiore 9 ore e tre quarti prima di β *Arae* e vi ritorna 14 ore ed un quarto dopo. Per il nostro caso possiamo concludere che la sera del primo giorno che Dante passò nel Purgatorio, nell'istante in cui rivolse lo sguardo alle tre facelle, *Canopo* occupava quasi la stessa posizione nel cielo che occupava la stella β *Arae* nel mattino quando Dante vide le quattro stelle non viste mai fuor che alla prima gente.

Possiamo dunque concludere che identificando le quattro stelle non viste mai fuor che alla prima gente con le quattro stelle delle fiamme dell'Ara e identificando le tre facelle con le tre ultime stelle registrate nel catalogo di Tolomeo nella costellazione dell'Argo, rimangono soddisfatte a puntino le condizioni accennate dal poeta intorno alle posizioni assolute e relative che occupavano nel cielo i due gruppi di stelle, tranne forse la condizione che questi gruppi non sono tanto vicini al polo antartico, attorno al quale pare che il poeta fissasse specialmente il suo sguardo:

Gli occhi miei ghiotti andavan pure al cielo
 Pur là dove le stelle son più tarde,
 Sì come rota più presso allo stelo.

25. **Continuazione.** — Vediamo ora con precisione in quale epoca la stella β *Arae* cessava di essere visibile alla latitudine geografica boreale di 45° , il che, secondo quello che abbiamo precedentemente stabilito, accadeva quando la stella raggiungeva la declinazione australe di 45 gradi. Seguendo i metodi precedenti, si tratta prima di determinare quale era la longitudine della stella allorchè la sua declinazione era di -45° , restando la sua latitudine eguale sempre a $-33^\circ 20'$, e l'obliquità dell'eclittica eguale sempre a $23^\circ 30'$. Applicando la formola [1] del paragrafo 14 si ha per tale longitudine il valore di $217^\circ 35'$.

Questo valore ci è stato confermato dalle tre ultime equazioni del gruppo 14 del paragrafo 37 della Nota precedente calcolate con le avvertenze spiegate al paragrafo 13 di questa Nota. Il lettore che volesse rifare i calcoli con queste formole, troverebbe che i valori di $\sin a_0$ e $\sin \omega$ risultano maggiori dell'unità, e quindi gli archi a_0 ed ω risultano immaginari, come suole in certi casi accadere nella regola Albateniana:

ciò peraltro non influisce nel calcolo di a_1 , che nel nostro caso rappresenta la longitudine della stella.

Il valore della longitudine che la stella β *Arae* aveva all'epoca della creazione, come si ha dal paragrafo 10 della Nota precedente, era $181^\circ 38'$, inferiore di $35^\circ 57'$ a quello che abbiamo ora trovato corrispondere alla declinazione di -45° ; quindi in ragione di un grado di variazione per ogni cento anni, risulta che sarebbero dovuti passare dalla creazione 3595 anni, cioè quasi 36 secoli, perchè la stella diventasse invisibile alla latitudine geografica boreale di 45 gradi. Si guadagnano dunque in antichità ben 9 secoli sul tempo che abbiamo trovato dover decorrere per il punto centrale della costellazione dell'*Ara*.

26. Riflessioni sulla nuova interpretazione. — Sulla nuova interpretazione dobbiamo fare due riflessioni concernenti le posizioni delle stelle adottate per l'epoca del viaggio.

La stella *Canopo*, la più splendida dopo *Sirio*, nella edizione latina dell'*Almagesto* stampata a Venezia l'anno 1515 da Pietro Liechtenstein, la quale riproduce la versione fatta sopra un testo arabo da Gherardo da Cremona, ha la latitudine australe di $69^\circ 0'$ in luogo di $75^\circ 0'$. Questo medesimo errore si trova anche nelle *Tavole Alfonsine* stampate a Parigi l'anno 1545. Esso forse deriva da qualcuno dei codici di una delle due versioni arabe dell'*Almagesto*. Albategno peraltro riporta per la latitudine australe della stella il valore esatto di $75^\circ 0'$ (cfr. *Opus Astronomicum* edito dal Nallino, parte seconda, Milano 1907, p. 276). Se per la latitudine australe della stella si adottasse il valore di $69^\circ 0'$, la declinazione australe della medesima risulterebbe diminuita di circa 6 gradi, cioè risulterebbe di $46^\circ 30'$, e quindi inferiore di $7^\circ 34'$ alla declinazione australe di β *Arae*: la corrispondenza tra le declinazioni del gruppo delle quattro stelle e del gruppo delle tre facelle sarebbe meno stretta, ma non tale da non permettere al poeta di dire che queste fossero salite ov'eran quelle.

Secondo le *Sterntafeln* del Dr. Neugebauer, più volte citate, la stella β *Arae* nell'anno 1300 aveva

$$\begin{aligned} \text{l'ascensione retta} &= 247^\circ,00 \\ \text{la declinazione} &= -54,46. \end{aligned}$$

L'ascensione retta da noi calcolata in base al catalogo di Tolomeo e al movimento del cielo stellato di un grado in cento anni, è dunque inferiore alla vera per circa 11 gradi e mezzo.

Secondo le stesse tavole la stella *Canopo* nell'anno 1300 aveva

$$\begin{array}{rcl} \text{l'ascensione retta} & = & 92^{\circ}, 12 \\ \text{la declinazione} & = & - 52, 42. \end{array}$$

E qui l'ascensione retta da noi calcolata sarebbe inferiore alla vera per poco più di 2 gradi e mezzo.

Le posizioni da noi calcolate sono quelle che avrebbe potuto dedurre Dante o un astronomo che l'avesse pensata come lui. Un astronomo invece che per il moto del cielo stellato da occidente in oriente avesse adottata la quantità trovata da Albategno, od anche meglio quella trovata da Nasir ad — din at — Tùsi (vedi il paragrafo 8 della Nota prima), sarebbe giunto per le ascensioni rette a valori assai vicini ai veri, e non è da escludere che Dante si fosse potuto rivolgere ad un tale astronomo per il calcolo delle posizioni delle stelle. Ebbene, anche in questo caso il gruppo delle quattro stelle delle fiamme dell'Ara e quello delle tre ultime stelle registrate nel catalogo di Tolomeo come appartenenti alla costellazione dell'Argo, avrebbero, quanto alle posizioni relative, corrisposto assai bene alle indicazioni del poeta, giacchè *Canopo* precederebbe in ascensione retta β *Arae* per circa 155° , ossia per circa 10 ore ed un terzo, e quanto alle posizioni assolute si sarebbe guadagnato assai per vicinanza al meridiano, perchè gli angoli orari trovati al paragrafo 33 della Nota precedente nelle diverse ipotesi, risulterebbero diminuiti di circa tre quarti d'ora: cioè β *Arae* avrebbe oltrepassato il meridiano da un intervallo di tempo compreso secondo le varie ipotesi tra un quarto d'ora ed un'ora e un quarto.

Dalle stesse *Sternatafeln* si ha che la stella β *Arae* avrebbe raggiunta la declinazione australe di 45° verso l'anno 1100 avanti Cristo, e verso questa epoca dunque un astronomo che coi calcoli si fosse potuto avvicinare alla giusta posizione della stella, avrebbe trovato che questa diventava invisibile alla latitudine geografica boreale di 45 gradi.

La nuova interpretazione regge pertanto assai bene sotto i colpi del martello della critica fondata sulla logica inesorabile dei numeri.

27. Ipotesi che il gruppo delle quattro stelle e quello delle tre facelle siano fittizi. — Chiusa così la discussione sulle varie interpretazioni che hanno ricercato le quattro chiare stelle e le tre facelle tra le 1022 stelle note agli antichi e registrate nel catalogo di Tolomeo, passiamo ad esaminare l'ipotesi secondo la quale i due gruppi di stelle dantesche sarebbero fittizi, ossia fuori della regione celeste perlustrata

dagli astronomi. Secondo Alfergano, gli astronomi consideratori che compilarono il catalogo delle 1022 stelle, si sarebbero estesi fino alla estremità meridionale del terzo clima, ossia fino alla latitudine geografica boreale di $27^{\circ} 30'$. A quella latitudine sarebbero state realmente visibili tutte le stelle della calotta celeste staccata verso borea dal parallelo avente la declinazione australe di $62^{\circ} 30'$. Le stelle aventi la declinazione australe di $62^{\circ} 30'$ sarebbero apparse per brevi istanti, sfiorando l'orizzonte verso austro. Sarebbero rimaste sempre occulte, durante la rivoluzione diurna, le stelle contenute nella calotta celeste staccata verso austro dallo stesso parallelo di declinazione australe $62^{\circ} 30'$. Alfergano peraltro non dice che il numero 1022 contiene tutte le stelle visibili all'estremità meridionale del terzo clima, ma solo quelle di cui si era determinata la posizione mediante gli strumenti. Col fatto però le 1022 stelle registrate nel catalogo di Tolomeo furono osservate ad Alessandria, la cui latitudine geografica era ritenuta di 31 gradi nord, e gli astronomi di Alessandria non osservarono le stelle che culminavano verso sud a troppo piccola altezza. La stella più australe da essi osservata è *Canopo*, che nei primi secoli dell'era volgare aveva la declinazione australe di circa 52 gradi; quindi le 1022 stelle di Tolomeo erano quelle realmente visibili anche alla latitudine geografica boreale di circa 38 gradi. Abbiamo già detto che Dante non si attenne al limite fissato da Alfergano, ma parlò vagamente delle stelle osservate dai Savi d'Egitto « infino all'ultima stella che appare loro in meridie ». Potremmo ritenere che egli limitasse le stelle osservate a quelle visibili dalla latitudine di Alessandria, od anche, più opportunamente, a quelle visibili dalla latitudine di Gerusalemme, che si riteneva di 31 gradi e mezzo, e spesso si arrotondava a 32 gradi. E si noti che la calotta del primo mobile sempre occulta alla latitudine di Gerusalemme era appunto quella sempre apparente alla latitudine del Purgatorio. La prima gente sarebbe quindi costituita dagli abitanti della zona terrestre compresa tra l'equatore ed il parallelo avente la latitudine geografica boreale di 32 gradi.

Alla latitudine boreale di 32 gradi è sempre occulta, durante la rivoluzione diurna, la calotta del primo mobile staccata verso il polo australe dal parallelo avente la declinazione australe di 58 gradi: sotto questa calotta doveva quindi trovarsi il gruppo delle quattro stelle in tutto l'intervallo di tempo compreso tra l'epoca della creazione e quella del viaggio dantesco, affinché si potesse dire che esso non era stato mai visto fuor che alla prima gente. Ma il gruppo deve soddisfare anche ad altre condizioni per rispondere alle altre indicazioni dantesche.

Notiamo intanto che, durante la rivoluzione lentissima del cielo stellato da occidente in oriente, le stelle che distano dal polo australe dell'eclittica per $32^\circ - 23^\circ 30'$, ossia per $8^\circ 30'$, sono perpetuamente contenute sotto l'anzidetta calotta del primo mobile, e quindi alla latitudine geografica boreale di 32 gradi sono di perpetua occultazione. Le stelle che distano dal polo australe dell'eclittica per $32^\circ + 23^\circ 30'$, ossia per $55^\circ 30'$, rimangono solo per un istante sotto l'anzidetta calotta del primo mobile. Una stella, la cui distanza dal polo australe dell'eclittica sia compresa tra $8^\circ 30'$ e $55^\circ 30'$, durante la rivoluzione lentissima del cielo stellato, rimane sotto l'anzidetta calotta del primo mobile per una durata di tempo tanto più lunga quanto più la sua distanza si avvicina al limite inferiore.

28. Posizione del gruppo fittizio delle quattro stelle. — Una volta che i due gruppi di stelle si suppongono fittizi, si comprende che, dentro certi limiti, le loro posizioni possono essere scelte ad arbitrio. Io additerò qui due soluzioni che mi paiono adattarsi bene alla interpretazione dantesca: il lettore potrebbe elaborarne delle altre seguendo gli stessi metodi che io sono per indicare.

Riterrò in ogni caso che i due gruppi siano situati alla stessa declinazione australe e che il gruppo delle tre facelle preceda quello delle quattro chiare stelle per 10 ore in ascensione retta. Volendo assegnare delle configurazioni, supporrò le quattro stelle disposte in forma di croce, con la linea che congiunge il capo col piede nella direzione del polo australe dell'eclittica. E supporrò pure che le tre facelle formino un triangolo equilatero con una delle bisettrici nella direzione del polo anzidetto. Poichè Dante dice che alla sera le tre facelle erano *salite* ove al mattino erano le quattro chiare stelle, io supporrò che le quattro stelle al mattino e le tre facelle alla sera non avessero ancora attraversato il meridiano superiore. Non perfettamente bene si direbbe che queste alla sera eran salite ov'eran quelle al mattino, se nella posizione indicata le une e le altre si trovassero in atto di discendere come avverrebbe dopo il passaggio per il meridiano superiore. Ecco ora la prima soluzione.

Dante dice che alla sera le quattro chiare stelle erano *basse*: possiamo ritenere che fossero nel meridiano, sotto il polo, cioè alla loro culminazione inferiore. In questa ipotesi, nel mattino, quattordici ore prima, si sarebbero trovate nell'emisfero orientale, ad un angolo orario di 330 gradi, cioè prossime alla loro culminazione superiore, per raggiungere la quale dovevano decorrere altre due ore. Per precisare mag-

giormente le idee, supporremo che il piede della Croce fittizia avesse nel mattino quest'angolo orario di 330 gradi e che distasse dal polo australe dell'equatore di 10 gradi, e quindi che avesse una declinazione australe di 80 gradi. La stella del piede della Croce fittizia sarebbe stata all'epoca del viaggio abbastanza vicina al polo australe,

..... là dove le stelle son più tarde,
 Sì come rota più presso allo stelo,

e sarebbe stata invisibile a tutti i luoghi aventi una latitudine geografica boreale maggiore di 10 gradi. Dobbiamo però assicurarci che all'epoca della creazione essa fosse anche invisibile ai luoghi della terra aventi una latitudine geografica maggiore di 32 gradi, che abbiamo stabilito come limite della zona abitata dalla prima gente. Pertanto procederemo così: ci calcoleremo prima l'ascensione retta della stella per l'epoca del viaggio, e da questa ascensione retta e dalla declinazione supposta dedurremo la sua longitudine e la sua latitudine per la stessa epoca: togliendo 65 gradi dalla longitudine della stella trovata per l'epoca del viaggio, avremo la sua longitudine all'epoca della creazione: da questa longitudine e dalla latitudine della stella (che si suppone costante) dedurremo la sua declinazione all'epoca della creazione, la quale per soddisfare all'anzidetta condizione dovrà risultare maggiore di 58 gradi.

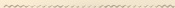
Per dedurre l'ascensione retta del piede della Croce fittizia, essendo noto il suo angolo orario, abbiamo bisogno dell'ascensione retta del meridiano nell'istante dell'osservazione del mattino. Nella Nota precedente abbiamo fatto tre ipotesi, che ci hanno condotti a tre valori diversi di questo elemento. Limitandoci qui alla prima ipotesi, secondo la quale in quell'istante nel Purgatorio sorgeva il 15^{mo} grado del segno dei Pesci, l'ascensione retta del meridiano, come abbiamo trovato nel paragrafo 24 della Nota anzidetta, era di 252° 29'. L'ascensione retta della stella, dovendo superare di 30 gradi quella del meridiano, era dunque all'epoca del viaggio di 282° 29'.

Per dedurre la longitudine e la latitudine di una stella dalla sua ascensione retta e dalla sua declinazione, si hanno metodi analitici, grafici e meccanici interamente analoghi a quelli che servono per risolvere il problema inverso e che abbiamo frequentemente applicati nelle precedenti discussioni. In particolare si può applicare il gruppo delle formole [1] riferito al paragrafo 13 della Nota precedente. Ponendo in quelle formole $\alpha = 282^\circ 29'$, $\delta = -80^\circ$, $\varepsilon = 23^\circ 30'$, si deduce $\lambda = 273^\circ 55' 2''$,

$\beta = -56^{\circ} 40' 11''$, che sono la longitudine e la latitudine della stella per l'epoca del viaggio.

Per l'epoca della creazione, secondo le idee dantesche, la longitudine del piede della Croce fittizia sarebbe stata inferiore di 65 gradi alla longitudine per l'epoca del viaggio, ossia sarebbe stata di $208^{\circ} 55' 2''$, mentre la latitudine avrebbe avuto lo stesso valore di $-56^{\circ} 40' 11''$. Per ottenere da questi valori l'ascensione retta e la declinazione per l'epoca della creazione possiamo applicare lo stesso gruppo di formole testè citato, dal quale si ricava $\alpha = 169^{\circ} 27' 2''$ e $\delta = -60^{\circ} 42' 36''$. Poichè questo valore di δ risulta superiore in valore assoluto a 58° , concludiamo che all'epoca della creazione la stella situata al piede della Croce fittizia era invisibile a tutti i luoghi della terra aventi una latitudine geografica maggiore di 32 gradi.

(*Continua*).



NOTIZIARIO

Astronomia.

Uso delle parole "stella", e "stellato", nelle opere di Dante. — Il nome *stella* nella Commedia si trova adoperato 28 volte al singolare e 26 volte al plurale. Nelle altre opere italiane di Dante si trova adoperato 36 volte al singolare e 27 volte al plurale; ma ben 13 volte il singolare *la stella* ha significazione di plurale, e cioè in *V. N.* 23, 177; *Canz.* II, 80; *C.* III, 9, 108, 119, 125, 136, 147 e 159; 10, 5; *Canz.* III, 103; *C.* IV, 19, 31 e 33; 21, 19 (1).

L'aggettivo *stellate* si trova una sola volta nella Commedia, in *Purg.* XI, 36, e riferito a *rote* serve a indicare i cieli tutti, così quelli dei sette pianeti, come quello delle stelle fisse. Nelle altre opere italiane si trova 7 volte l'aggettivo *stellato*, riferito a *cielo*, e 2 volte l'aggettivo *stellata*, riferito a *spera*, sempre per dinotare il cielo delle stelle fisse.

Il latino *stella*, al plurale, si trova solo 4 volte, e sempre nella *Quaestio*, per indicare le stelle fisse. L'aggettivo *stellatum* si trova 3 volte sole, anch'esso sempre nella *Quaestio*, e riferito a *caelum* serve a dinotare il cielo delle stelle fisse.

Per antonomasia, *la stella* dinota la Polare (α Ursae min.) in *Par.*, XII, 29, dove si accenna all'ago calamitato che si volge alla stella, ossia si dirige verso il polo boreale celeste. E *la stella* dinota la Polare anche in *C.* III, 5, 84, dove è detto che se un uomo fosse diritto in piede nel polo boreale della terra, "la stella gli sarebbe sempre sul mezzo del capo", ossia allo zenith. Si noti però che, come si ha dalle *Sterntafeln* del Dr. P. V. Neugebauer (Leipzig, 1912, p. 26) nel 1300 la Polare aveva la declinazione boreale di $85^{\circ}46'$, cioè distava dal polo boreale dell'equatore per ben $4^{\circ}54'$, che fanno più di 8 diametri lunari; quindi l'espressione "gli sarebbe sempre sul mezzo del capo" si deve intendere, per dirla con frase dantesca, grossamente assegnando.

Ma *la stella* per antonomasia dinota invece Venere in *Inf.*, II, 55, dove Virgilio narra che gli occhi di Beatrice lucevan "più che la stella", e vuole intendere più che la stella lucentissima sopra tutte le altre stelle del cielo. In *Canz.* IX, 17, dice: "Feremi il core sempre la tua luce, Come il raggio la stella". Ed anche qui per *la stella* intenderei Venere, e spiegherei: — la tua luce mi ferisce sempre il core, come i raggi del sole feriscono la stella di Venere, che se ne adorna, onde è "soavissima a vedere più che altra stella" (*C.* II, 14, 113).

In *Purg.* XII, 90, è detto che l'angelo dell'umiltà era "nella faccia quale Par tremolando mattutina stella", ed in *Par.* XXXII, 108, è detto che San Bernardo "abbelliva di Maria, Come del sole stella mattutina". Anche in questi luoghi si allude a Venere, la quale, nella fanfasia del poeta, pare che si abbellisca dei

(1) Le citazioni si riferiscono al cosiddetto *Dante di Oxford*, il quale contiene *Tutte le opere di Dante Alighieri* nuovamente rivedute nel testo dal Dr. E. Moore (terza edizione, Oxford, MDCCCXIV). Per le abbreviazioni, *V. N.* = *Vita Nuova*, *C.* = *Convivio*, *Canz.* = *Canzoniere*. Per la *V. N.* e per il *C.* il numero arabo tondo indica il capitolo, i numeri arabi corsivi indicano le linee.

raggi solari meglio alla luce sorgente del mattino, che non alla luce fuggente della sera.

In C. II, 2, 2, si accenna alla stella di Venere, che, volgendosi nel suo epiciclo, appare, secondo i diversi tempi, or serotina ed or mattutina. In *Par.* VIII, 12, Venere è chiamata * la stella Che il sol vagheggia or da coppa or da ciglio *. Qui sul valore grammaticale del *che* non ci può esser dubbio: è soggetto e non già oggetto, perchè è la stella di Venere che vagheggia il sole, e non già questo che vagheggia quella. E le parole *coppa*, *ciglio* e *vagheggia* hanno i loro significati astronomici. *Coppa* e *ciglio* sono, nel linguaggio proprio, la parte posteriore e la parte anteriore del capo, l'occipite e la faccia. Nel sole, avuto riguardo al moto apparente diurno di esso, il ciglio è l'emisfero che precede e la coppa è quello che segue, intendendo il sole diviso in due dal circolo di declinazione che passa per il suo centro. Quando Venere precede il sole in longitudine, e, tramontando e sorgendo prima del sole, è detta mattutina, allora essa guarda il sole da ciglio; quando invece segue il sole in longitudine, e, tramontando e sorgendo dopo del sole, è detta serotina, allora essa lo guarda da coppa. Il sole vagheggia la terra girandole intorno e la illumina, e vagheggia anche le creature belle come Beatrice, che in essa soggiornano, perchè il sole è destinato in servizio della terra e deve *imprentarla* del valore del cielo; ma a nessun patto il sole potrebbe vagheggiare la stella di Venere, bensì questa, vagando per il suo epiciclo, vagheggia il sole or da coppa or da ciglio, ora seguendolo ed ora precedendolo in longitudine. Così, con gli astrologi e coi teologi del suo tempo, la pensava Dante, benchè avesse avuto occasione di sorridere del vil sembiante del nostro globo, quando, nel suo viaggio attraverso i cieli, lo rimirò dalla costellazione dei Gemelli.

L'appellativo *stella* è dato ad altri pianeti, talora con qualche attributo, talora senza. La luna è la *prima stella* (*Par.* II, 30), cioè la prima che s'incontra da chi, partendo dalla terra, sale nei cieli. Mercurio è detto *picciola stella* (*Par.* VI, 112), anzi è la *più piccola stella del cielo* (*C.* II, 14, 92) ed è anche quella che *più va velata dei raggi del sole* (*C.* II, 14, 99). Venere è *lucentissima stella* (*C.* II, 4, 88), ed è la *stella d'amor* (*Canz.* XV, 4). Marte è *stella forte* (*Par.* XVII, 77). Giove è la *temprata stella sesta* (*Par.* XVIII, 68), e ciò secondo la sentenza di Tolomeo, il quale dice che * Giove è stella di temperata complessione in mezzo della freddura di Saturno e del calore di Marte * (*C.* II, 14, 200); e, quanto al colore, Giove * intra tutte le stelle bianca si mostra, quasi argentata * (*C.* II, 14, 203); e pertanto merita di essere invocata come *dolce stella* (*Par.* XVIII, 115). Alle *stelle fisse* accenna esplicitamente tre volte (*C.* II, 3, 23, 4, 8, 15, 70).

L'appellativo *stella*, senza alcun attributo, è dato a Mercurio in *Par.* V, 97; a Venere in *Par.* IX, 83, *Canz.* I, 13, *C.* I, 7, 72, II, 4, 93, 98, 6, 137, 7, 67, 89, 96, 100, 16, 8; a Marte in *Par.* XIV, 86, *C.* II, 14, 180; non è dato mai a Saturno esplicitamente.

Nemmeno al sole è dato mai esplicitamente il nome di *stella*; ma gli viene attribuito implicitamente nell'ultimo verso della Commedia, dove Dio è chiamato * L'Amor che move il sole e l'altre stelle *, ed anche in *C.* II, 14, 125, dove dice che del lume del sole * tutte le altre stelle s'informano *, e in *C.* III, 2, 45, dove dice che la natura del sole è partecipata * nelle altre stelle *. In questi

luoghi, per le altre stelle si devono intendere non solo i pianeti, ma anche le stelle fisse. Ma da questi due luoghi del Convivio non si deve inferire che le stelle fisse o i pianeti siano privi di luce propria e ci rimandino soltanto la luce che ricevono dal sole. Secondo Dante, soltanto la luna, tra i corpi celesti, è priva di luce propria e si illumina della luce che riceve dal sole, e « ora luce da un lato, e ora luce dall'altro, secondo che il sole la vede » (*C. II, 14, 76-77*). In *Canz. XIX, 117-118*, è detto che il sole dona « luce alle stelle », e prende « da elle nel suo effetto aiuto », il che sembra accennare a uno scambio di luce che avverrebbe tra il sole e le stelle, nelle quali la natura del sole è partecipata. Veramente, secondo Dante, la questione della luminosità dei corpi celesti non è fisica, ma teologica, giusta una teoria da lui delineata nel secondo canto del *Paradiso*, a proposito della spiegazione delle macchie lunari.

Il fenomeno delle stelle cadenti è splendidamente descritto in *Par. XV, 13-18*: « per li seren tranquilli e puri, Discorre ad ora ad or subito foco, Movendo gli occhi che stavan sicuri, E pare stella che tramuti loco, Se non che dalla parte ond'ei s'accende, Nulla sen perde, ed esso dura poco ». Per gustare la bellezza del verbo *discorrere*, qui adoperato, bisogna rammentare che, nel linguaggio tecnico degli astronomi medioevali, il fenomeno era chiamato *discursus stellarum*.

Due volte la parola *stella* è usurpata per dinotare un punto ed anche un segno dell'eclittica. In *Par. I, 40*, la *migliore stella* indica il primo punto di Ariete, e in *Purg. XXXII, 57*, la locuzione *altra stella* è adoperata per indicare esplicitamente il segno di Toro, e implicitamente anche il segno di Ariete.

Come sinonimi di *stelle* nella Commedia sono adoperate le parole *lumi* (*Par. II, 65, 130, XIV, 98, XXVI, 121*), *luci* (*Purg. I, 37, Par. XX, 6*), *fiammelle* (*Purg. I, 25*), *facelle* (*Purg. VIII, 89, Par. XVIII, 70*), *gemme* (*Purg. IX, 4*), *vedute* (*Par. II, 115*), *parvenze* (*Par. XIV, 71*), *cose belle mosse dall'Amore divino* (*Inf. I, 40*) od anche *cose belle* che il cielo mena in giro con la sua rivoluzione (*Inf. XXXIII, 137*). Inoltre Saturno è chiamato il *settimo splendore* (*Par. XXI, 13*) e Giove è detto anche *gioval facella* (*Par. XVIII, 70*).

In senso figurato, in *C. II, 16, 9-12*, è detto che « in ciascuna scienza la scrittura (ossia l'esposizione scritta) è stella piena di luce, la quale quella scienza dimostra », e in particolare è detta *stella* la scrittura di Cicerone e di Boezio, da cui Dante fu inviato all'amore, cioè allo studio, della filosofia; in *Par. XXXI, 28*, la SS. Trinità è detta trina luce che in unica *stella* scintilla, e in *Par. XXIII, 92*, la Beata Vergine Madre è chiamata la « viva stella Che lassù vince come quaggiù vinse ».

8 ottobre 1913.

a.

Osservazioni fotometriche di Eros e di altri asteroidi. — La variabilità di Eros fu annunciata da Oppolzer nel febbraio 1911 e subito confermata dal Cerulli, che l'aveva notata già da tempo nel suo giornale d'osservazione. Il primo non precisava la durata del periodo, se non dicendo che era di poche ore, Cerulli assegnava una durata di 5 ore e Deichmüller di 2 ore e mezza. Ora le accurate osservazioni del Bailey (*Annals of H. C. O.*, vol. 12, N. 5) mentre vengono a confermare pienamente la determinazione fatta con semplici stime a occhio dal Cerulli danno anche la ragione del fatto singolare che il Deichmüller assegnasse esattamente la metà di quanto trovava l'astronomo di Teramo. La

curva infatti si può rassomigliare molto ad una sinusoidale con massimi alternativamente più alti e più bassi, il contrario insomma di quanto avviene per le variabili del tipo di β Lyrae dove i massimi sono uguali e i minimi invece alternativamente più o meno profondi (1).

Il Bailey ha eseguito le sue osservazioni in due maniere molto diverse, in primo luogo impiegando il "Wedgephotometer" di Pickering, cioè un fotometro a cuneo con stella artificiale di confronto, attaccato ad un equatoriale di 13 pollici; secondariamente con fotografie eseguite mediante il telescopio Bruce di 24 pollici (61 centimetri) di apertura.

Dovendo queste fotografie servire per determinazioni di grandezza, era necessario ottenere immagini di Eros che fossero paragonabili con quelle delle stelle adiacenti. E poichè Eros si muoveva rapidamente, ciò non poteva ottenersi che imprimendo alla lastra (mentre il telescopio seguiva il movimento delle stelle) un movimento uguale alla metà del moto apparente di Eros e nel medesimo senso. Questo si ottenne adoperando l'apparato dei pianeti, cioè un apparecchio micrometrico che permette di muovere la lastra in una direzione qualsiasi di quel tratto che si vuole.

Furono sufficienti pose di 5 minuti quando Eros era lucido, pose più lunghe a misura che Eros si faceva più debole. Naturalmente si facevano molte pose sulla stessa lastra, spostando ogni volta in declinazione. Così tanto le stelle quanto Eros apparivano come tratti ugualmente allungati, ma le immagini di Eros si distinguevano facilmente per lo spostamento progressivo rispetto alle immagini stellari. Le determinazioni di grandezza vennero fatte a stima dall'esame delle fotografie con metodo puramente differenziale. Le curve di luce fotografiche riescono praticamente identiche a quelle fotometriche, sebbene la precisione intrinseca delle prime determinazioni sia circa il doppio di quella delle seconde. La durata del periodo riesce esattamente di 5 ore e un quarto e l'ampiezza di mezza grandezza.

Molti altri pianetini sono stati osservati fotometricamente dal Bailey. Sono risultate variazioni sensibili, sempre con andamento sinusoidale, per i pianetini (116) Sirona, (186) Celuta e (345) Tercidina tutti e tre con periodo di 9 o 10 ore e con un'ampiezza di circa mezza grandezza. bnp.

Lavori astronomico geodetici compiuti nella Libia — Questi lavori, importantissimi, furono eseguiti dal nostro Istituto Geografico Militare (2). Epperò credo interessante darne qui un cenno riassuntivo, basandomi e sulle informazioni da me assunte in luogo durante un mio breve soggiorno in Tripolitania e sulla relazione fattane dall'Istituto stesso nell'*Annuario* del corrente anno da esso pubblicato.

Gli intendimenti di massima erano:

Operazioni topografiche ad uso immediato delle truppe e contemporaneamente operazioni geodetiche fondamentali le quali, oltre che dare buon appoggio alle

(1) Fu certo l'analogia colla curva di β Lyrae che spinse André ad annunziare sulle *Astron. Nachr.* che Eros era nient'altro che un pianeta doppio.

(2) E' testè partita un'altra Missione, per proseguire le operazioni di rilevamento.

dette operazioni topografiche, potessero anche servire per l'ulteriore rilievo generale della regione da farsi direttamente al 100000.

La Missione, partita ai primi di gennaio 1912, era costituita: dal colonnello di S. M. Caputo, direttore in seconda dell'Istituto, per la ricognizione preventiva; dal prof. Loperlido, capo dell'Ufficio Geodetico, coadiuvato da un ufficiale operatore, da un topografo di 1^a classe e da un operaio meccanico, per l'inizio delle operazioni geodetiche, e da quattro ufficiali operatori topografi pei suaccennati lavori topografici.

I *Lavori astronomico-geodetici* consistono essenzialmente nelle determinazioni astronomiche di latitudine e di azimut eseguite a Tripoli, Gargaresc, Lebda, Bengasi e Derna; misure di basi geodetiche e livellazione geometrica di precisione, determinazione della marea, della rifrazione atmosferica e triangolazioni ausiliarie eseguite a Tripoli, Lebda, Bengasi e Derna.

Tale somma ingente di lavori, compiuta dal febbraio al luglio 1912 da tre operatori, può computarsi nelle seguenti determinazioni:

Latitudine	5	con 291 osservazioni
Azimut	5	" 206 "
Coefficiente di rifrazione	8	" 400 "
Marea	12	
Declinazione magnetica	2	
Basi misurate	5	
Livellazione geometrica	51	km.

Punti trigonometrici determinati . . . 120.

I principali *valori medi* ottenuti sono i seguenti:

A Tripoli:

Latitudine $\varphi = 32^{\circ} 54' 00'', 61$

Azimut della mira meridiana $A = 179^{\circ} 49' 07'', 62$.

Marea $\left\{ \begin{array}{l} \text{Livello medio} = 0^m, 410 \\ \text{Unità d'altezza} = 0,18 \\ \text{Stabilimento del Porto} = 3^h, 20^m. \end{array} \right.$

Il coefficiente di rifrazione in Tripolitania risultò in media $K = 0,12$.

A Bengasi:

Latitudine $\varphi = 32^{\circ} 05' 41'', 26$

Azimut della mira meridiana $A = 0^{\circ} 01' 36'', 02$

Marea $\left\{ \begin{array}{l} \text{Livello medio} = 0^m, 667 \\ \text{Unità d'altezza} = 0,10 \\ \text{Stabilimento del Porto} = 3^h, 32^m. \end{array} \right.$

Il coefficiente di rifrazione

$K = 0,12$.

A Derna:

Latitudine $\varphi = 32^{\circ} 45' 43'', 72$.

Azimut della mira meridiana $A = 0^{\circ} 10' 02'', 43$

Marea $\left\{ \begin{array}{l} \text{Livello medio} = 1^m, 099 \\ \text{Unità d'altezza} = 0,10 \\ \text{Stabilimento del Porto} = 3^h, 48^m. \end{array} \right.$

Il coefficiente di rifrazione medio risultò

$$K = 0,15.$$

A Derna ed a Lebda fu anche determinata la declinazione magnetica, ottenendo:

per Derna: — 5°, 16

„ Lebda: — 7°, 48.

A Tripoli e dintorni, la livellazione geometrica di precisione ha lo sviluppo lineare di circa 30 km.; ed i lavori di triangolazione si appoggiano a 44 vertici.

A Bengasi, la base misurata risultò di 1966^m, 449, e su di essa venne appoggiata una triangolazione di 25 vertici.

Lavori topografici. — La squadra di quattro ufficiali mappatori a sua volta eseguì il rilievo con la tavoletta al 25000 della zona costiera da Gargaresc a Tagiura, divisa in quattro tavolette denominate: Gargaresc, Tripoli, Bugara e Tagiura.

Altri operatori topografi seguirono poi i quattro anzidetti per parziali rilievi al 25000 compiuti a Tobruck, Zuara, ecc.

L'Istituto intanto sta organizzando nei particolari il programma, i mezzi ed il personale per intraprendere il rilievo metodico generale della nuova colonia. Contemporaneamente, per opera dell'Ufficio cartografico, si continua nel lavoro di coordinamento e raccolta di dati occorrenti all'allestimento di nuove Carte dimostrative della regione.

In tale lavoro si procede alla rappresentazione grafica compensata di schizzi, monografie, itinerari di viaggiatori, ecc., appoggiandoli ai capisaldi forniti dalle determinazioni astronomiche ed altri dati numerici o grafici che fino ad ora si posseggono per opera dell'Istituto geografico o che furono ricavati dai lavori eseguiti dalla nostra Marina, dall'Ammiragliato Inglese e dalle opere dei pochi viaggiatori che percorsero la regione.

Ricorderemo inoltre, che in seguito si potrà collegare la rete geodetica stabilita dagli Inglesi nell'Egitto con quelle che collegano le frontiere orientali della Tunisia con l'Algeria e col Marocco; e per mezzo del collegamento franco-spagnolo fra l'Algeria e la Penisola Iberica, al continente europeo.

Milano, 23 ottobre 1913.

Prof. AUGUSTO STABILE.

Osservazioni di Urano (da lettera di S. E. il Principe Troubetzkoy al dottor Cerulli). — Nello scorso ottobre ci fu dato osservare Urano al riflettore della nostra specola Marciana. Bene, non ostante la bassa posizione del pianeta. La tinta del disco era di un blu turchese scuro, leggermente verdastro, ed il centro più chiaro del bordo.

Potemmo intravedere, una o due volte, la tenuissima banda equatoriale già osservata, come si sa, da Lassell, Buffham, Young, Schiaparelli, Henry, ecc.

Vedemmo anche bene il III satellite e debolmente il IV.

La cometa Neujmin. — Questa singolare cometina che, come il lettore rammenta dal fascicolo di ottobre (pag. 436) pareva tutto nucleo, con una debolissima traccia di chioma, fu da me cercata invano la sera del 20 ottobre attorno al luogo che le assegnava l'efemeride del *Recheninstitut*. L'istrumento col quale osservavo era il 15 pollici dell'Osservatorio di Teramo e l'ora, circa le 8 1/2 dell'E. C. Poco più di un'ora prima, la cometa era stata osservata dal prof. Mil-

losevich al Collegio Romano e trovata di grandezza $12^m,9$ (*Astr. Nach.* 4694). Evidentemente l'astro si è mostrato soggetto a non irrilevanti variazioni di luce, in periodi brevissimi, come parecchi osservatori testimoniano. c.

La cometa Zinner. — Alle tre comete, Metcalf, Neujmin e Westphal, delle quali fu parola a pag. 436 del precedente numero, bisogna aggiungerne una quarta, scoperta dall'astronomo Zinner a Bamberga, nella costellazione dell'Aquila il 23 ottobre u. s. Nucleo di decima grandezza, codina di mezzo grado d'estensione. Ne sono stati calcolati gli elementi d'orbita dal *Bureau* di Kiel, nonché dallo stesso scopritore. Sembra identica alla cometa Giacobini del 1900, avente un periodo di 6 anni e mezzo. c.

Geodinamica.

Il recente terremoto nel Molise. — Un quattro minuti prima delle $19^h 1/2$ del 4 ottobre 1913, un violento terremoto s'è abbattuto nel Molise che è una delle tante regioni eminentemente sismiche d'Italia. Stando alle prime notizie, sembra che l'area di massima intensità giaccia nel circondario di Campobasso e più precisamente al sud di questa città e press'a poco al nord-est della Montagna del Matese, poichè è appunto nei Comuni siti in questa parte del Molise che s'ebbero i danni più gravi.

Infatti, secondo le notizie riportate dai giornali, il paese più danneggiato è *Vinchiature*, e caddero diversi fabbricati anche a *Jelsi*, dove s'ebbero una trentina di feriti, fra cui alcuni gravi. Le stazioni ferroviarie di *Vinchiature* e di *Sepino* patirono pure danni rilevanti, e non fu risparmiata la stessa *Campobasso*.

La ripercussione di questa commozione sismica fu più o meno forte a *Montecassino*, all'isola d'*Ischia*, a *Salerno*, ad *Avellino* ed a *Benevento*, fu sensibile a *S. Marco in Lamis* nel Gargano a quasi un centinaio di chilometri dall'epicentro, fu più o meno bene avvertita sulla costa adriatica fino a *Pescara* negli Abruzzi, dove fu leggera ad una distanza di c. 110 km., e fu percepita, sebbene assai lievemente, fino a *Rocca di Papa* nel Lazio, a quasi 160 km. dal punto maggiormente colpito.

Nè mancarono le repliche. Così, per non ricordare che quelle un po' più notevoli, se ne ebbero due sensibilissime intorno alle $20^h 1/2$ e $21^h 3/4$ dello stesso giorno 4, specialmente l'ultima, due sensibili intorno alle 4^h e $10^h 1/2$ del 5, altra ben sentita intorno alle $6^h 1/2$ del 6, una abbastanza sensibile a $1^h 7^m$ del 7, altre due consimili verso le $6^h 3/4$ dell'8 e le 20^h del 10, una piuttosto lieve alle $13^h 1,2$ dell'11. E l'energia sismica non pare ancora esaurita, poichè dal *Bollettino Meteorico* del 25 ottobre, pubblicato dall'Uff. Centr. di Meteorologia e Geodinamica, apprendiamo che si sono avute altre scosse a Campobasso intorno alle 5^h del 15, alle 22^h del 16, a 1^h del 18 e tra le $2^h 1/2$ e $2^h 3/4$ del 21.

* *

Stando ai Bollettini sismici esteri, finora pervenuti, troviamo che le onde sismiche, provocate dalla prima grande scossa della sera del 4 ottobre, hanno perturbato i sismografi degli Osservatori europei, anche a grandissima distanza, come si può rilevare dal seguente prospetto, nel quale sono riportati i dati orari relativi all'inizio della registrazione sismica ottenuta nelle varie località, con a fianco le distanze di quest'ultime dal presunto epicentro (*Vinchiature*) e le ve-

locità superficiali che si ottennero col paragonare i dati dei singoli Osservatori con quelli di Rocca di Papa, che finora è la sola località la più vicina all'epicentro, per la quale si conosca l'ora con esattezza:

Distanza dall'epicentro km.	Località	Ora (t. m. E. C.) h m s	Osservazioni	Velocità calcolata sull'ora di Rocca di Papa
160 c.	Rocca di Papa	19 26 25	principio netto	— —
370 c.	Pola	19 27 6 1/2	» vago	m. 5060 al secondo
460 c.	Trieste	19 27 8	» vago	m. 6980 »
680 c.	Innsbruck	19 27 35	» netto	m. 7430 »
740 c.	Vienna	19 27 43	» netto	m. 7440 »
1170 c.	Czernowitz.	19 28 38	» vago	m. 7590 »
1380 c.	Amburgo	19 31 0	» incerto	m. 4440 »
2300 c.	Pulcovo	19 30 41	» netto	m. 8360 »

La velocità sensibilmente minore trovata per Pola è con grande probabilità da imputarsi a poca delicatezza di quel sismografo, il quale non è stato forse capace di registrare le prime onde più veloci e più deboli, mentre la velocità ancora più bassa trovata per Amburgo è dovuta senza dubbio all'incertezza del principio, causata dall'*agitazione microsismica* in balla della quale si trovava lo strumento. Ad accrescere la velocità, venuta fuori per Pulcovo, possono aver contribuito due circostanze: anzitutto una straordinaria sensibilità di quel sismografo che è a registrazione fotografica ed a fortissimo ingrandimento, e poi la ragguardevolissima distanza la quale ha potuto far sì che le onde percorrendo una corda piuttosto lunga, hanno dovuto attraversare strati abbastanza profondi e dotati di maggiore elasticità, e perciò hanno viaggiato alquanto più celermente. Oltretutto per una località tanto lontana, qual'è Pulcovo, la distanza arcuale, da noi assunta nel calcolo, è sensibilmente maggiore della lunghezza della corda corrispondente, e questa discordanza può avere alquanto contribuito a rialzare il valore della velocità superficiale da noi calcolata. Ponendo in disparte le cifre relative a Pola e ad Amburgo, la media delle altre cinque dà una velocità di 7500 metri al secondo.

In quanto alla replica più notevole, avvenuta intorno alle 21^h 3/4 del 4 ottobre, finora è a nostra conoscenza che la medesima è stata registrata soltanto a Trieste coll'inizio indeciso a 21^h 49^m 4^s, mentre la perturbazione cominciò nettamente a Rocca di Papa a 21^h 47^m 38^s. Combinando tra loro queste due ore e così pure le distanze dall'epicentro alle quali furono osservate, vien fuori una velocità superficiale di soli m. 3490, giusto la metà di quella che s'ebbe per lo stesso osservatorio nella grande scossa precedente!

Senza escludere la possibilità che ad uno scuotimento meno intenso effettivamente corrisponda una velocità alquanto più piccola, nel nostro caso è più verosimile che, stante la debole intensità della replica in questione, siano sfuggite al sismografo di Trieste le onde debolissime più veloci. Bisogna sempre tener presente questo fatto essenziale, quando si voglia procedere ad esatte ricerche sulla velocità di propagazione delle onde sismiche.

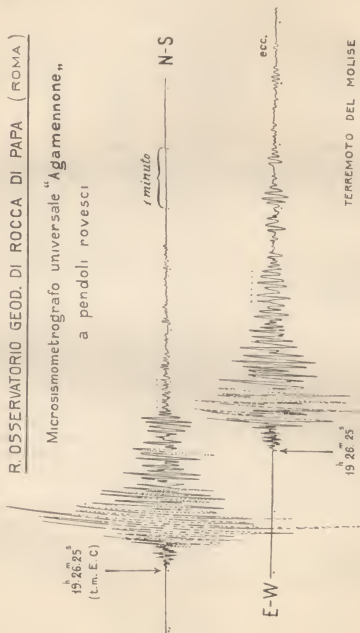
* * *

Il sismogramma, qui riprodotto in grandezza naturale, può dare un'idea dell'andamento della registrazione sismica, ottenuta a Rocca di Papa, alla distanza di circa 160 km. dall'epicentro, per la grande scossa della sera del 4 ottobre.

R. OSSERVATORIO GEOD. DI ROCCA DI PAPA (ROMA)

Microsismometrografo universale "Agamennone"

a pendoli rovesci



TERREMOTO DEL MOLISE

4 Ottobre 1913

Il medesimo è stato fornito da un nuovo strumento, installato da vari mesi, però in via provvisoria, in quanto che le masse dei pendoli rovesci erano di circa 250 invece di 1000 kg., non funzionava peranco la componente verticale, nè si trovava pronto ad agire il meccanismo della grande velocità. L'ingrandimento che per ora è di circa 100:1, vi è ottenuto con l'impiego di fili avvolti a leggerissime carucole opportunamente accoppiate, ed il periodo completo è di circa $3\frac{1}{2}$ per il pendolo oscillante in direzione N-S e di $5\frac{1}{2}$ per l'altro in direzione E-W.

Esaminando il sismogramma, il lettore si accorgerà come il movimento abbia subito uno spiccato rinforzo dopo circa 24' dall'inizio, dovuto all'arrivo della 2ª specie d'onde meno veloci, delle quali parlammo nel numero precedente di questa Rivista. In base a detto intervallo, volendo determinare la distanza a cui avvenne la scossa, si troverebbero 220 km. nella Tabella del Zeissig, cioè una distanza maggiore della vera per una sessantina di chilometri.

G. AGAMENNONE.

Meteorologia.

Ancora dell'anormalità dell'estate 1912. Come già si accennò nel fascicolo di luglio decorso di questa stessa Rivista, l'anormalità predetta era in relazione con un caratteristico fenomeno d'intorbidamento dell'atmosfera, che il sig. F. Castriota, facente parte dell'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica, si propose di studiare in modo particolare e in tutta la sua estensione per l'Italia, basandosi oltre che sulle osservazioni d'ordine generale, principalmente sui dati *eliofanometrici* di molti osservatori italiani. Ora che egli ha condotto a fine questa ricerca, determinando l'andamento che la diminuzione di trasparenza dell'aria ha avuto durante tutto l'estate del 1912, crediamo di far cosa grata ai lettori della Rivista di riassumere brevemente le principali conclusioni del suo esteso lavoro (1), tanto più che si tratta d'un argomento che può interessare da vicino i cultori dell'astronomia:

Lo stato dell'atmosfera può considerarsi normale durante la prima decade di giugno e quasi tutta la seconda: a partire dagli ultimi giorni di questa, comincia a determinarsi una leggera diminuzione di trasparenza dell'aria e contemporaneamente si estende la presenza di caligine e si osserva qualche anormalità sul colore del cielo. Fra il 26 e il 27 un fortissimo intorbidamento dell'atmosfera si manifesta in tutta l'Italia: il cielo è quasi ovunque osservato biancastro, la luce è scialba e dà ombre mal delinite, le registrazioni *eliofanometriche* sono eccezionalmente deboli e subiscono ritardi considerevoli.

Questo stato di cose continua, subendo varie oscillazioni, per tutto luglio, agosto e settembre; in quest'ultimo mese però l'intensità del fenomeno appare diminuita e le variazioni sono più irregolari.

In ottobre l'anormalità non sembra scomparsa del tutto, ma non se ne può studiare l'andamento, a causa delle sfavorevoli condizioni meteoriche.

Le manifestazioni ottiche, rilevanti nelle latitudini superiori, in Italia sono state di pochissima importanza e sembra siano spesso sfuggite all'osservazione.

Confrontando l'andamento degli scostamenti di temperatura dai valori normali con l'andamento del fenomeno, appare evidente come l'effetto termico della

(1) Sull'intorbidamento dell'atmosfera durante l'estate del 1912. *Rivista Meteorico-Agraria*, Anno XXXIV, N. 10, 1912.

diminuita trasparenza atmosferica durante l'estate si sia andato sempre più accumulato, in modo da rendersi in complesso sensibile anche attraverso le variazioni dovute o alla disposizione generale barometrica od a vicissitudini locali.

L'A. passa quindi ad esaminare l'ipotesi vulcanica del fenomeno e confronta il recente intorbidamento con quello prodotto da altre precedenti eruzioni, come quella dello Skaptar-lökul in Olanda (maggio-giugno 187.), dell'Isola Ferdinandea (luglio 1831), del Krakatoa nelle Isole della Sonda (agosto 1883) e dell'Etna (maggio 1886). Dal confronto appare come effetto comune a queste eruzioni sia la condensazione del vapore acqueo nelle regioni più o meno alte dell'atmosfera, determinata dalla presenza di minutissime particelle materiali; per cui l'A. è indotto a credere che il caratteristico velo biancastro della scorsa estate possa ritenersi non dissimile dagli ordinari veli di cirri, se non per la maggiore altezza e per uniformità, tenuità ed estensione maggiori.

Notizie varie.

La massima profondità oceanica — Le profondità superiori ai 9000 metri finora conosciute e quali risulano dall'atlante dell'*Andrees*, edito nel 1912, sono: Profondità di 9140 m. ad est della *Nuova Pomerania* (lat. 6° c. S, long. 153° c. E). Profondità di 9184 m. a sud dell'isola dell'*Amicizia* o *Tonga* (23° c. S, 185° c. E). Profondità di 9413 m. e 9427 presso le isole *Kermadec*, rispettivamente alle seguenti posizioni geografiche: 28° c. S, 184° c. E; 31° c. S, 183° c. E.

Profondità di 9636 m. tra le isole *Marianne* e *Caroline* in un punto press'a poco corrispondente a 13° c. N e 146° c. E.

Stando agli *Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie* (Hamburg, 1912, fase. XI, p. 610) la nave "Planet", nella sua rotta fra Cebu (Filippine) e Ternate (Molucche) trovò, il 2 giugno 1912, la profondità ancor più considerevole di 9788 m. nella *Fossa delle Filippine* e precisamente in un punto cui spetta la lat. di 9°56' N e la long. di 126°50' E.

Di queste notevolissime 6 fosse oceaniche, finora conosciute, tre stanno a nord e tre ad est dell'Australia in una zona compresa tra 10° c. N e 31° c. S di lat. e tra 127° c. e 185° c. E di long.

Può essere interessante di porre a riscontro con queste fosse oceaniche le più alte cime dei continenti. Stando allo stesso atlante, le cime superiori agli 8000 m. sono le seguenti:

M. Gosai Than o *Dschibdschibia* alto 8018 m. (28°20' c. N, 85°48' c. E).

M. Gusherbrum alto 8035 m. (35°44' c. N, 76°42' c. E).

M. Barathor alto 8130 m. (28°35' c. N, 81°7' c. E).

M. Dhaulagiri o *Dhaulaghiri* alto 8176 m. (28°40' c. N, 83°30' c. E).

M. Kanchanjanga o *Kancingianga* alto 8582 m. (27°42' c. N, 88°12' c. E).

M. Godwin Austen o *Dapsang* alto 8619 m. (35°50' c. N, 76°40' c. E).

M. Everest o *Gaurisankar* alto 8840 m. (28° c. N, 86°53' c. E).

Queste 7 eccelse cime si trovano in Asia nella catena dell'Imalaja e precisamente due nella parte NW di detta catena, nel *Cascemir*, e le altre cinque nella parte SE, non molto lungi da *Dingri*. Le medesime sono racchiuse tra le latitudini 28° c. e 36° c. N e le long. 77° c. e 88° c. E.

Se sommiamo la cifra che rappresenta la più profonda fossa oceanica (m. 9788) con quella relativa alla cima più elevata (m. 8840), si ha un totale di Km. 18,628.

Questo dislivello è senza dubbio considerevole in sè stesso, ma è ben poca cosa in confronto del raggio equatoriale del nostro globo che è di Km. 6377,397. Il dislivello in questione non è dunque che la 342^a parte del raggio terrestre. Per fissare le idee, se si avesse un globo di circa cm. 68 1/2 di diametro, il dislivello tra la più elevata cima dei continenti e la fossa più profonda degli oceani non sarebbe rappresentato che da un sol millimetro!

Al livello del mare la pressione normale è di 760 mm. Questa pressione va diminuendo insensibilmente man mano che ci eleviamo. Bisogna salire al M. Bianco (m. 4810) per poter lasciare sotto di sè i 2/5 del peso dell'atmosfera e al Monte Everest (m. 8840) questo peso è forse ridotto di 3/5. Ma avviene ben altrimenti se si scende nell'acqua, poichè ad una discesa di soli m. 10 1/3 c. corrisponde il peso d'un'atmosfera. Sicchè, prescindendo dal lievissimo accrescimento di densità dell'acqua coll'aumentare della profondità, la pressione che corrisponderebbe al fondo della Fossa delle Filippine (m. 9788) s'avvicinerebbe a ben 950 atmosfere!

E v'è ancora da riflettere che mentre nelle profondità abissali marine la temperatura dell'acqua è quasi costante (da 0° a 2° nella zona calda), la medesima varia notevolmente sulle più alte cime montagnose e generalmente vi scende per parecchie decine di gradi al di sotto dello zero.

G. A.

Fenomeni astronomici nel mese di dicembre 1913.

(in tempo medio civile dell'Europa Centrale).

Il SOLE entrerà nel segno del *Capricorno* il giorno 22 a 11^h 35^m, in cui avrà luogo il solstizio d'inverno.

Fasi della Luna:

		b	m
Primo quarto	il giorno	5	a 15 59
Luna piena	"	13	" 16 1
Ultimo quarto	"	20	" 17 16
Luna nuova	"	27	" 15 59
Apogea	"	6	" 24 —
Perigea	"	21	" 15 —

Massima declinazione boreale della Luna il giorno 14: + 28° 23'

" " australe " " 27: — 28° 23'

MERCURIO: diametro apparente da 8'' a 5''; apparirà come stella del mattino e sarà visibile nei crepuscoli intorno al giorno 11, epoca di sua massima elongazione occidentale mattutina (20° 54'); passerà in congiunzione con la Luna il giorno 26 verso le ore 10 (Mercurio 5° 26' a nord della Luna); passerà in congiunzione con Venere il giorno 2 verso 21^h (Mercurio 1° 34' a nord della Luna).

VENERE: diametro apparente 10''; sarà inosservabile: il giorno 15 sarà illuminata una porzione eguale a 0,97 del disco; passerà in congiunzione con la Luna il giorno 26 verso le ore 19 (Venere 5° 13' a nord della Luna).

MARTE: diametro apparente da 13'' a 15''; il giorno 15 sarà illuminata una porzione eguale a 0,98 del disco; sarà visibile tutta la notte nella costellazione dei *Gemelli*; passerà in congiunzione con la Luna il giorno 15 verso le ore 22 (Marte 0° 59' a sud della Luna); il giorno 14 verso le ore 7 sarà in congiunzione con α dei *Gemelli* (3.7) (Marte 0° 5' a nord della stella).

GIOVE: diametro apparente $33''$; sarà poco osservabile, trovandosi nella costellazione del *Sagittario*; passerà in congiunzione con la Luna i giorni 1 e 29, il giorno 1 verso 5 ore (Giove $4^{\circ} 12'$ a nord della Luna) e il giorno 29 verso le ore 2 (Giove $3^{\circ} 46'$ a nord della Luna).

SATURNO: diametro apparente $21''$; sarà visibile tutta la notte nella costellazione del *Toro*; sarà in opposizione col *Sole* il giorno 7; passerà vicino alla Luna il giorno 13 verso le ore 5 (Saturno $6^{\circ} 45'$ a sud della Luna).

URANO: diametro apparente $4''$; sarà visibile alla sera nella costellazione del *Capricorno*; passerà in congiunzione con la Luna il giorno 2 verso le 11 ore (Urano $3^{\circ} 9'$ a nord della Luna) e il giorno 29 verso 23 ore (Urano $2^{\circ} 53'$ a nord della Luna).

NETTUNO: diametro apparente $2''$; sarà visibile tutta la notte nella costellazione del *Cancro*; passerà vicino alla Luna il giorno 16 verso le ore 8 (Nettuno $4^{\circ} 29'$ a sud della Luna).

STELLE FILANTI: Dal giorno 9 al 12 si potranno osservare le *Geminidi*, rapide e corte, con radiante in α dei Gemelli.

OCCULTAZIONI delle Pleiadi il giorno 11; secondo i dati fornitici dal consocio *Pirovano* si avrà per Torino l'impulso di η *Tauri* (Alcione) a $22^{\text{h}} 42^{\text{m}}$; ang. 167° , altezza 69° , distanza dei centri $16' 0''$, distanza dal lembo $0' 30''$, la luna avrà l'età di 13 giorni e si troverà quasi in meridiano.

G. A. FAVARO.

Conferenze.

All'Università Popolare Milanese il nostro egregio consocio prof. A. Stabile, terrà nell'anno didattico 1913-14 un corso di lezioni con proiezioni, sul tema: "Il problema della forma e delle dimensioni della terra, nella storia „

Pubblicazioni ricevute.

L. VOLTA. — I valori della latitudine di Monte Mario determinati nel 1905 dai professori Bianchi e Loperfido, quali risultano dopo aver corretto le posizioni stellari su cui essi sono fondati, coll'autorità in ispecie del Catalogo del Boss. (Estratto dal *Processo Verbale* delle Sedute della R. Comm. Geod. Ital. Roma, 1913).

L. GABBA e L. VOLTA. — Osservazioni della nuova cometa scoperta da A. Schauinsasse. Cometa 1913 a. (Pavia, 1913. *R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere*, XLVI, 15*).

FAVARO G. A. — Sulle correzioni alle letture dei cerchi fatte col microscopio micrometrico [correzioni di run]. (*Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, XXII, 5*, 2° sem., fasc. 5*. Roma).

O. BACKLUND — Untersuchungen über die mit dem Repsoldschen Vertikal kreise ausgeführten Deklinationsbestimmungen. (*Mitteil. der Nikolai-Hauptstern. zu Pulkowo*, V, 8).

L'opera del Club Alpino Italiano nel primo suo cinquantennio 1863-1913. (Pubblicato per cura del Consiglio Direttivo). Torino, 1913.

Bollettino del Club Alpino Italiano pel 1911-12 (Torino, 1913).

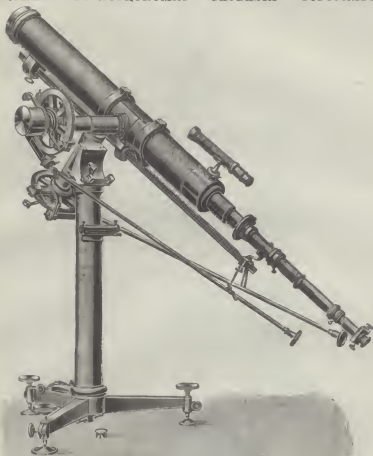
Stampato il 3 dicembre 1913.

BALOCCHIO TOMMASO gerente responsabile.

Torino, 1913. — Stabilimento Tipografico G. U. Cassone succ., via della Zecca, n. 11.

“LA FILOTECNICA „ Ing. A. Salmoiraghi & C. - MILANO

ISTRUMENTI DI ASTRONOMIA - GEODESIA - TOPOGRAFIA



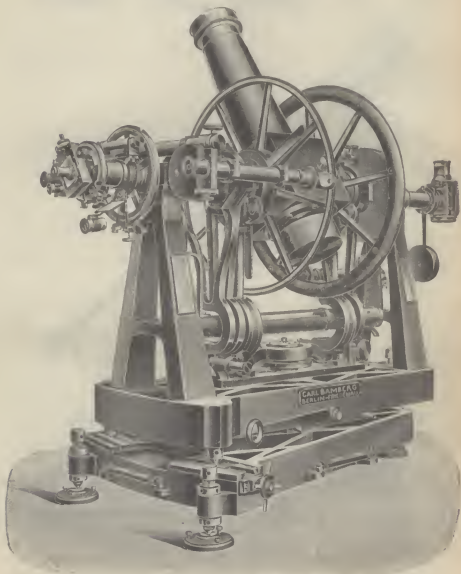
Specialità in Istrumenti di Celerimensura e Tacheometria.

29 Premi di 1^a Classe

Bruxelles 1910 - Fuori Concorso | Buenos Aires 1910 - Due Grand Prix

Cataloghi delle varie classi di istrumenti gratis a richiesta

CARL BAMBERG
FRIEDENAU-BERLIN Kaiserallee 87-88
CASA FONDATA NELL'ANNO 1871



Istrumenti Astronomici, Geodetici e Nautici
GRAND PRIX, Paris 1900 — GRAND PRIX, St. Louis 1904